

## 明 細 書

ディーゼルエンジンのEGR制御装置およびモータ駆動式スロットル弁装置

5

## 技術分野

本発明は、ディーゼル車用内燃機関に用いられる排気ガス還流（EGR）制御装置およびそれに用いるモータ駆動式スロットル弁装置に関する。

## 10 背景技術

EGRは、内燃機関の排気ガス中のNO<sub>x</sub>を低減させる手段として周知である。従来の電子式EGRガス制御装置としては、吸気管とEGRガス通路との接続部近傍のEGRガス通路部に開閉バルブを設け、このバルブを減速歯車を介して、モータで開閉制御するものが知られている（特表平  
15 2002-521610号公報）。

また別の従来技術では、スロットルバルブの下流の吸気通路部にEGRガス導入用の屈曲管を設け、この屈曲管を吸気通路下流側に向けて開口させると共に、吸気管に接続されるEGRガス通路にバルブを設けこのバルブを負圧アクチュエータで開閉制御するものが知られている（特開平10  
20 -213019号公報）。

また、ガソリンエンジンにおいては、スロットル弁をアクチュエータ（例えば、直流モータ、トルクモータ、ステッピングモータ）により駆動制御することにより、吸入空気流量を最適に制御する電子制御スロットル弁装置（モータ駆動型スロットル装置）が広く実  
25 用化されている。

これは、スロットル弁の開度を、アクセルペダルの踏み込み量やエンジンの運転状態により算出された目標開度に一致するようにア

クチュエータにより制御する。また、スロットル弁の挙動をスロットルポジションセンサで検出し、フィードバック制御しながら位置補正している。

一方、ディーゼルエンジンは、空気の圧縮熱を利用して燃料を点火するエンジンであり、吸入空気流量はコントロールせず燃料噴射量のみを制御して、エンジンを駆動制御するために、ガソリンエンジン車のようなスロットル弁は不要である。

ただし、最近では、ディーゼルエンジンにおいても、EGR効率向上、ディーゼリング改善などガソリンエンジンとは異なるニーズによって、電子制御式のスロットル弁駆動装置が使用されている。

ディーゼルエンジン用電子制御スロットル弁装置は、ガソリンエンジンとは異なって、EGRやディーゼリング防止などが実行されていないときは、スロットル弁が全開位置にある。そして、EGR制御の時にスロットル弁を絞り制御して、EGR効率を高めている。

また、ディーゼルエンジンは、エンジン停止時に流入する吸気空気がエンジンの熱により膨張してピストンを一時的に作動させる、いわゆるディーゼリングが生じることもあるので、それを防止するためエンジン停止時に一時的にスロットル弁を強制的に閉じる制御が行われている。

従来は、ディーゼルエンジン用のスロットル弁や排気ガスの還流量を制御するEGR弁の制御回路は、エンジン制御ユニット（ECU）の内部に設けられていた。

ディーゼルエンジンにおいて、電子制御式スロットル弁の制御回路を、エンジン制御ユニットに設ける場合には、エンジン制御演算部の計算負荷がECUの現状マイコン能力に対して高くなり、電子制御スロットル弁の制御周期が例えば8～16msとなる。電子制御スロットル弁装置を制御周期8～16msで制御した場合には、

制御性（オーバーシュート、目標開度への収束性）が低下する。

本発明は、制御の改善を図り得るディーゼルエンジンのEGR制御装置およびモータ駆動式スロットル弁装置を提供する。

## 5 発明の開示

本発明は、ディーゼルエンジンの吸気通路内に排気ガスの一部を還流するEGR制御装置において、基本的には、次のように構成される。

EGR制御のために、エンジンの吸気通路の開度を制御するスロットル弁（すなわち、EGR制御に供されるスロットル弁）と、吸気通路に還流  
10 される排気ガスの流量を制御するEGR弁とを備える。

スロットル弁、その駆動モータおよび減速ギア機構を有する第1のボディと、EGR弁、その駆動モータおよび減速ギア機構を有する第2のボディとを、を備える。

第1、第2のボディが一つの集合体となるように結合され、第1、第2  
15 のボディには、それぞれの減速ギア機構を覆う第1、第2のカバー部が取り付けられる。少なくともスロットル弁を駆動制御するための回路基板が、前記カバー部の少なくともいずれか一方に内装されている。回路基板には、スロットル弁のほかにEGR弁を駆動制御する回路を併設してもよい。

本発明によれば、スロットル弁の制御回路は、ECUから独立する。特  
20 に、前記制御回路は、スロットル弁を備えた吸気通路ボディにカバーを介して装着されるので、吸気通路ボディを拠点にスロットル弁を駆動制御する。それによって、ディーゼルエンジン用のECUの負担を軽減させ、特にスロットル弁やEGR弁の挙動を極めて近い位置で検出しそれに基づき制御することにより、信号ノイズを少なくし且つ制御応答性を改善させる  
25 ことができる。

特に、EGR制御の場合のスロットル弁は、常時は全開でEGR制御、ディーゼリング防止のための制御などを行う場合に開度を絞り制御する特

有の動作がなされる。そして、本発明では、スロットル弁の吸気ボディとその制御回路を一体化することで、制御回路は、吸気ボディ単独でEGR制御に必要な基点となる機械的スロットル全開位置、全閉位置を個別に記憶することが可能になる。それによって、EGR制御などにおいて、目標  
5 開度に対する実スロットル弁開度ひいては吸気に対するEGR率制御の精度を向上させることができる。

さらに、EGR制御に必要なスロットル弁制御回路とEGR弁制御回路をスロットルボディのカバー側に設けると、制御回路とEGR関連機構の集約化を図り、制御回路間および制御回路・アクチュエータ間のワイヤハ  
10 ーネスの削減或いは短縮化を図り、耐ノイズ性、電子機器のエンジンルーム内の合理化を向上させる。

さらに、上記制御回路、EGR関連機器の集約化の最適化を図り得るモータ駆動式スロットル弁装置として、次のようなものを提案する。

そのスロットル弁装置は、EGR制御に使用されるスロットル弁、およびEGR弁を備える。さらに、前記スロットル弁、その駆動モータおよび減速ギア機構を有する第1のボディと、前記EGR弁を有する排気ガス還  
15 流通路の一端を導入し、EGR弁の駆動モータおよび減速ギア機構を有する第2のボディとを、備える。そして、第1のボディの下流側に第2のボディが直列に結合され、第1、第2のボディには、それぞれの減速ギア機構を覆う第1、第2のカバー部が取り付けられる。スロットル弁の駆動軸とEGR弁の駆動軸とが、上下に平行配置されることにより、これらの駆動軸の減速ギアおよび第1、第2のカバー部が、第1、第2のボディの側面に並んで配置される。上記カバー部は、別体でも一体でもよい。なお、このモータ駆動式スロットル弁の構成は、ディーゼルエンジンのほかに、  
20 ガソリンエンジンに応用しても好適な制御回路と関連機器の集約化を図り得る。



## 図面の簡単な説明

第 1 図は、本発明の排気還流制御装置（EGR 装置）の一実施例を部分的の断面して示す斜視図。第 2 図は、その一部を示す縦断面図。第 3 図は、上記実施例の側面図。第 4 図は、上記実施例の横断面図。

5 第 5 図は、上記実施例の上面図。第 6 図は、上記実施例における EGR 弁駆動機構を示す拡大断面図。第 7 図は、上記実施例におけるスロットル弁駆動機構を部分的に示す拡大断面図。第 8 図は、上記実施例のもう一方側を示す側面図。第 9 図は、上記実施例の冷却装置を外した状態を示す側面図。第 10 図は、本発明の適用対象となる EGR 制御装置を用いたエンジンシステムの構成図。第 11 図および第 12 図は、上記実施例における EGR 制御系のブロック図。第 13 図は、上記実施例の EGR コントローラの制御内容を示すフローチャート。

第 14 図は、上記実施例の EGR 制御に用いる還流ガス流量検出器の第 1 の構成を示す部分断面図。第 15 図は、上記実施例の EGR 制御に用いる還流ガス流量検出器の第 2 の構成を示す部分断面図。第 16 図は、上記 EGR 制御に用いるスロットル弁の駆動方式の違いによる特性を示す図。第 17 図は、上記 EGR 制御に用いるスロットル弁の駆動方式の違いによる特性を示す図。第 18 図は、本発明が適用される内燃機関の EGR 制御装置の他の実施例に係わる制御系のブロック図。第 19 図は、20 上記 EGR 制御の他の実施例用いるマップの構成図。第 20 図は、上記他の実施例になる排気ガス環流コントローラの制御内容を示すフローチャート。第 21 図は、電子制御スロットル装置の第 1 の実施形態におけるシステム構成図。第 22 図は、上記実施例に用いる電子制御スロットル装置の第 1 の実施形態におけるスロットルバルブ開度特性の説明図。

25 第 23 図は、上記実施例に用いる第 1 の実施形態におけるスロットルバルブ開度の定義の説明図。第 24 図は、上記第 1 の実施形態における縦断面図。第 25 図は、第 24 図の V-V 矢視の断面図。

第 26 図は、上記第 1 の実施形態におけるスロットルポジションセンサの斜視図。第 27 図は、上記第 1 の実施形態におけるスロットルポジションセンサの回路図。第 28 図は、第 25 図のギアカバーを外した状態における A 矢視図。第 29 図は、第 25 図のギアカバーを外し、さらに  
5 中間ギアを外した状態における A 矢視図。第 30 図は、第 25 図のギアカバーを外し、さらに中間ギアと終段ギアを外した状態における A 矢視図。

第 31 図は、上記電子制御スロットル装置の第 1 の実施形態におけるギアカバーの内側を示す平面図。第 32 図は、第 31 図のギアカバー内側を、さらに回路保護プレート（蓋体）を外して示す平面図。第 33 図は、  
10 本発明に用いられる電子制御スロットル装置の第 1 の実施形態におけるスロットルアクチュエータコントロールユニット（TACU）のシステム構成図。第 34 図は、上記電子制御スロットル装置の第 1 の実施形態における Hブリッジ回路の構成を示す回路図。第 35 図は、上記電子制御スロットル装置の第 1 の実施形態における制御部による制御内容を示すフローチャート。第 36 図は、上記電子制御スロットル装置の第 1 の実施形態における制御部による制御内容の説明図。第 37 図は、本発明に用い  
15 られる電子制御スロットル装置の第 2 の実施形態における制御部による制御内容を示すフローチャート。第 38 図は、上記電子制御スロットル装置の第 2 の実施形態における制御部による制御内容の説明図。第 39 図  
20 は、本発明に用いられる電子制御スロットル装置の第 3 の実施形態における制御部による制御内容を示すフローチャート。第 40 図は、本発明に用いられる電子制御スロットル装置の第 4 の実施形態における制御部による制御内容を示すフローチャート。第 41 図は、上記電子制御スロットル装置の第 4 の実施形態における制御部による制御内容の説明図。

25 第 42 図は、上記電子制御スロットル装置の他の実施形態におけるシステム構成図。第 43 図は、本発明の EGR 制御装置のシステム構成の一例を示す説明図。第 44 図は、それに用いるスロットル弁のコントロー

ルユニットを示す説明図。 第 4 5 図は、本発明の E G R 制御装置のシステム構成の一例を示す説明図。 第 4 6 図は、本発明の E G R 制御装置の他の実施例に用いるカバーと制御回路を示す平面図。 第 4 7 図は、上記  
5 第 4 6 図に用いる実施例の減圧回路の動作波形を示す説明図。 第 4 8 図は、本発明の E G R 制御装置のシステム構成の一例を示す説明図。 第 4 9 図は、第 4 8 図に用いるスロットル弁の制御ユニットとその周辺機器を示すブロック図。 第 5 0 図は、本発明のモータ駆動式スロットル弁装置の他の実施例を示す断面図。 第 5 1 図は、本発明のモータ駆動式スロットル弁装置の他の実施例を示す断面図。 第 5 2 図は、本発明のモータ駆  
10 動式スロットル弁装置の他の実施例に用いるギアカバー及び回路基板を示す平面図。 第 5 3 図は、本発明の E G R 制御装置の他の実施例を示すシステム構成図。

#### 発明を実施するための最良の形態

15 以下、本発明の実施形態を図面に基づき詳細に説明する。

第 1 図は、本発明になる E G R 制御装置の全体斜視図で、吸気通路の一部を断面して内部が分かるようにしてある。

第 2 図は E G R 制御装置の縦断面図で、第 3 図は側面図である。

まず、第 1 図乃至第 9 図、第 4 3 図～第 5 3 図により本発明の全体概要  
20 について説明する。

本発明の基本的構成は、以下のとおりである。

E G R 制御装置 4 1 6 は、エンジンの吸気通路 4 6 の開度を制御するスロットル弁 2 と、吸気通路 4 6 に還流される排気ガスの流量を制御する E G R 弁 4 1 6 A とを備える。吸気通路 4 6 に排気ガス還流管の一部（曲  
25 折した管端 4 1 3 d, 4 1 3 e, 4 1 3 f）が入り、この管端に E G R 弁 4 1 6 A が配置されている。

吸気通路 4 6 の一部を形成する吸気ボディ（第 1 のボディ） 4 5 B は、

スロットル弁 2, その駆動モータ 5、および減速ギア機構 (6、7、8) を備える (第 6 図、第 7 図)。

吸気ボディ (第 2 のボディ) 4 1 6 B は、E G R 弁 4 1 6 A を有する排気ガス還流管の一端が導入され、E G R 弁の駆動モータ 4 1 6 D m および  
5 減速ギア機構 (4 1 6 N、4 1 6 P、Q、4 1 6 L) を備える (第 4 図)。

第 1, 第 2 のボディ 4 5 B、4 1 6 B は、一つの集合体となるように結合され、それぞれの減速ギア機構を覆う第 1, 第 2 のカバー部 9、4 1 6 c が取り付けられる。

少なくともスロットル弁 (バタフライ弁、吸気流量制御弁とも称する)  
10 2 を駆動制御するための回路基板 2 0 0 が、第 1 のカバー部 9 と第 2 のカバー部 4 1 6 c の少なくともいずれか一方に内装される。本例では、これらの回路基板は、第 1 のカバー部 9 に金属プレート (ヒートシンク) 2 0 0 A を介して内装されている (第 7 図)。回路基板 2 0 0 には、E G R 弁を駆動制御するための制御回路を併設してもよい。回路基板 2 0 0 に、E  
15 G R 弁の制御回路も設けた場合には、E G R 駆動制御信号は、第 1 のカバー (スロットル弁駆動機構側のカバー) 9 の端子 9 A から第 2 のカバー (E G R 弁駆動機構側のカバー) 4 1 6 c のコネクタ端子 4 1 6 F を介して、E G R 弁用モータ 4 1 6 D m に送られる。

本例では、第 1, 第 2 のカバー 9、4 1 6 c は、別々に成形されるが、  
20 一体に成形して、回路基板 2 0 0 をそのカバーに内装してもよい。この場合には、外部接続用コネクタ 4 1 6 F を省略できる。

本実施例では、第 1, 第 2 のカバー部 9、4 1 6 c を、スロットルボディ (4 5 、4 6 ) の外壁の同じ向きの側面に、上下方向に並んで近接配置するために次のような配慮がなされている。

25 第 1 のボディ 4 5 B の下流側に第 2 のボディ 4 1 6 B が直列に接続される。スロットル弁 2 の駆動軸 3 と E G R 弁 4 1 6 A の駆動軸 4 1 6 S とが、上下に平行配置される。このようにして、各駆動軸 3、4 1 6 S の減速ギ

ア (6, 7, 8 及び 416N, 416P, 416q) および第 1, 第 2 のカバー部 9、416c が、第 1, 第 2 のボディの側面に並んで配置されている。このレイアウトは、実施例では、図示していないが、第 1, 第 2 のカバー部の一体化も容易に可能にする。

- 5 各コネクタ 9A、416F の向きは、スロットル弁の上流側に向けている。これは、エンジンルームへの本装置搭載時のコネクタ端子と外部ワイヤーハーネスとの接続、切り離しの便宜を配慮したものである。

ここで、本発明の EGR 制御などを行う回路基板 200 とカバー外の ECU 300 との構成、動作の具体的態様例について、第 43  
10 図から第 53 図を用いて説明する。

第 43 図は、第 1 の制御態様例を示すブロック図である。

回路基板 200 は、スロットルボディ 45B のカバー 9 に内装されているため、これらの組立体を総称して、コントロールユニット一体型スロットル弁装置と称されることもある。ECU 300 は、  
15 マイクロコンピュータを主体とする。

第 43 図では、ギアカバー 9 に内装した回路基板 200 には、EGR 用のスロットル弁の駆動制御回路を設ける。ECU 300 は、エンジン状態を知る各種センサから入力した信号、例えば、エンジン回転数、吸入空気流量、冷却水温度、アクセル開度、車速、EGR 量、EGR 温度等を入力し、EGR モードか否か判断し、そうであれば、EGR 制御 (EGR 率: 吸気流量と排気ガス流量の比率) に最適なスロットル弁および EGR 弁の目標開度を演算する。  
20

ECU 300 は、その演算結果に基づき EGR 弁アクチュエータ 416 については、駆動回路 301 を介して開度制御する。一方、  
25 スロットル弁 2 については、目標開度信号を回路基板 200 (スロットル弁制御ユニット) に送る。スロットル弁制御ユニット 200 は、マイクロコンピュータを主体とし、スロットル開度センサ (ス

ロットルポジションセンサ) 10からの実開度検出信号を目標開度と比較し、スロットル弁2が目標開度になるようにモータ5（例えばDCモータ）を駆動制御する。

ディーゼルリング防止については、ECU300は、イグニッション  
5 信号がオフになると（エンジン停止）、スロットル弁の目標開度（例えば、スロットル全閉）をスロットル弁制御ユニット200に送る。それによって、ユニット200は、スロットル弁の目標開度と実開度を演算し、駆動回路を介してモータ5をデューティ制御する。ディーゼルリングは、ディーゼルエンジンがエンジン停止時に吸気通路  
10 が開放状態にあることから生じるディーゼル特有の問題である。

第45図の例では、ECU300は、エンジン回転数、吸入空気流量、冷却水温度、アクセル開度、車速に基づき目標EGR率を演算する。一方、EGR率に基づく最適なスロットル弁およびEGR弁の目標開度については、ギアカバー9側の回路基板（スロットル  
15 弁制御ユニット）200が演算する。スロットル弁制御ユニット200は、目標EGRとEGR情報（EGR量、EGR温度）に基づき上記各目標開度を演算する。さらに、ユニット200は、EGR弁については、その目標開度からEGR弁制御量（必要デューティ量）を演算し、それに基づきEGR弁用モータ416Dmを駆動制  
20 御し、EGR弁416を開度制御する。ユニット200は、スロットル弁については、目標EGR率と吸入空気流量情報に基づきスロットル弁2の目標開度を演算し、実開度との差から制御量を演算し、それに基づきモータ5を駆動してスロットル弁2を制御する。第45図でも、ディーゼルリング防止制御機能をECU300に与えて  
25 もよい。

第53図の例は、EGR制御とDPF（ディーゼルパテキュレートフィルタ）再生制御を行うシステム系を例示している。DPFは、排

気管に設けられて、排気ガス中に含まれる黒煙粒子を捕捉するが、使用に伴い目詰まりにより排気ガスの流通性が悪くなる。そのために、強制的に粒子を再燃焼させて除去することにより、DPFを再生する。この再生は、DPF前後の差圧を検出し、それに基づき差圧 $\Delta P$ が所定値以下になると、ECU300がDPF再生信号をギアカバー9側のスロットル弁制御ユニット（回路基板）200に送る。ユニット200は、DPF信号に基づきスロットル弁2を絞るための開度信号を出力し、それと実開度信号との偏差からスロットル弁制御量を演算し、モータ5を駆動する。それにより、スロットル弁2は、エンジンに供給される吸入空気流量を少なくし、排気温度を上昇させることでDPFに付着する粒子を燃焼させる。このとき、DPF信号に基づきDPFに設けたヒータも加熱して、粒子の燃焼、DPF再生が迅速に行われる。EGR制御については、前記同様である。

第52図は、第53図の回路基板200をギアカバー9に搭載した図である。回路基板200は、スロットル弁制御回路17、モータドライバ16、EGR弁アクチュエータ制御回路21を備え、かつスロットル弁制御回路17には、DPF制御回路が設けられ、DPF再生信号を出力するように構成されている。

吸気ボディのギアカバー側に回路基板200を設けるということは、回路基板200が過酷な温度環境に置かれることになる。特にディーゼルエンジンの場合には、ガソリンエンジンに比べてエンジンルーム内温度が高く、特に高負荷長時間運転の直後のエンジン停止時には、過酷な高温状態になるので、回路基板についても冷却対策が望まれる。

本発明では、この問題について次のように対処する。

第46図から第49図の例では、特に大型ディーゼル車への本発

明の適用（回路基板 200 をギアカバー側に設けること）と、熱対策に有効である。従来、ディーゼルエンジンの車両システムについては、スロットル弁を設けること自体が一般的でない。したがって、上記した回路基板（スロットル弁制御ユニット）200 を吸気ボデーのギアカバー 9 に設けることも採用されていなかった。トラック等の大型車両には、24 V 電源が車両電源として用いられているが、ガソリンエンジンは 12 V 電源が用いられている。したがって、既存のガソリンエンジンの電子制御スロットルシステムを、24 V の車両システムに採用するには、24 V を 12 V に減圧する電子回路が必要になる。また、24 V 電源を減圧しないで電子回路に印加することや、モータ 5 を 24 V 仕様にすることは、ジュール熱が大きくなり、上記した過酷な温度環境で使用する回路基板としては、好ましいことではない。電子回路が高温になった場合には、電子回路が正常に働かず、或いは自己診断によりシステムがシャットダウンするおそれがある。

本例では、モータ駆動電源を 24 V ~ 12 V に落とす減圧回路 18 を用いて EGR のスロットル弁駆動モータの駆動させる。

具体的には、第 47 図に示すように、例えば、DC-DC コンバータを用い、高速にスイッチをオン、オフし、PWM 制御により 24 V を 12 V に減圧する。DC-DC コンバータは、高効率であり、減圧した電力が減圧回路で消費されることがないので、抵抗などを用いて減圧させる場合と比較して、発生するジュール熱を抑えることができる。なお、EGR 制御などについては、既述した実施例と同様に行われる。

第 46 図では、ギアカバー 9 に内装された回路基板 200 に、EGR 制御回路（マイクロコンピュータ）17、モータドライバ 16、ノイズ防止コンデンサ 19 のほかに上記した減圧回路 18 を搭載し



た状態を示している。端子 I はバッテリー電源端子であり、減圧回路 18 を介してモータドライバ 16 が接続され、モータドライバ 16 からモータ端子 5B を介してモータ 5 に 12V 電源が供給される。ノイズ防止コンデンサ 19 は、減圧回路・モータドライバ間の電源線とアース端子 E 間に接続される。

第 50 図、第 51 図は、別の回路冷却手段の例である。

第 50 図の回路基板 200 は、樹脂カバー 9 よりも熱伝導性の良い金属プレート（例えばアルミプレート）80 に支持される。この金属プレート 80 は樹脂カバー 9 を貫通して、樹脂カバーに取り付けられ、金属プレート 80 の放熱面がカバー 9 の外部に晒されている。本実施例によれば、回路基板の放熱効率を高めることができる。その他の構成は、他の実施例同様である。

第 51 図の金属プレート 80 には、さらに冷却水パイプ 81 が取り付けられている。パイプ 81 にエンジン冷却水が流通する。一般的にエンジン冷却水は、最高温度でも 90℃ であるので、車両走行直後のエンジンルーム内温度よりも低いので、より一層の冷却効果を発揮しえる。

以下、上記発明を具現化する詳細を説明する。

416 は同システム図（図 10）の EGR（Exhaust Gas Recirculate: エキゾースト ガス リサーキュレート／排気ガス再循環）制御装置 416（本実施例では排気ガス還流制御装置と呼ぶ）に対応する。45 は後述の排気ガス還流システム図（図 10）に記載されている吸気制御装置 45 に対応する。吸気制御装置 45 は筒状に形成された吸気通路体 45B とこの吸気通路体 45B の筒状体の中心軸線を横切るように延びて当該吸気通路体 45B に回転可能に支承される回転軸 3 と、この回転軸 3（スロットルシャフトとも呼ぶことがある）に固定されたバタフライ弁 2（スロットル弁、吸気制御弁と呼ぶこともある）とを有する。

吸気通路体 4 5 B の外壁部には回転軸 3 と並行に形成されたモータ収納用のケーシングが当該吸気通路体 4 5 B に一体に形成されている（詳細は図 2 4、2 5 で説明する）。

9 は樹脂カバーで、内部に制御回路基板（後述する）と回転軸 3 の回転角度センサ 1 0（後述する）が設けられている。

当該樹脂カバー 9 は 5 本のねじ 4 5 a で吸気通路体 4 5 B の外壁部の決められた位置に固定される。

9 A は樹脂カバー 9 に一体に樹脂成形されたコネクタである。

コネクタ 9 A にはセンサ 1 0 からの信号をエンジン制御ユニットに送る端子、モータへの給電用端子、アース端子、エンジン制御ユニットから吸気制御弁 2 の開度制御信号を受け取る端子が設けられている。

排気ガス還流制御装置 4 1 6 は同心状の 2 重管式吸気通路体で構成される。当該吸気通路体は側壁に孔を有し、この孔にはめ込まれる排気ガス導入通路部 4 1 3 d は屈曲部 4 1 3 e で吸気通路体の軸線に沿う方向に延びる筒状部 4 1 3 f と繋がっている。

具体的には L 字状の屈曲した通路体（4 1 3 d、4 1 3 e、4 1 3 f）が吸気通路体の下方から吸気通路 4 6 内に挿入され、導入通路部 4 1 3 d が側壁の孔に挿通される。

このとき、筒状部 4 1 3 f が側壁の孔から離れる方向に吸気通路 4 6 の中心からオフセットした状態で屈曲した通路体（4 1 3 d、4 1 3 e、4 1 3 f）を挿入して吸気通路 4 6 の中に挿入し、導入通路部 4 1 3 d の先端が側壁の孔に合致する位置で、屈曲した通路体（4 1 3 d、4 1 3 e、4 1 3 f）を吸気通路の中心方向に移動させて導入通路部 4 1 3 d を側壁の孔に挿入する。この組付け作業を実現するために本実施例では上述のオフセットが可能になるように、吸気通路体の内径と筒状部 4 1 3 の外径および導入通路部 4 1

3 d の側壁内周面までの寸法が決定されている。つまり、屈曲した通路体（4 1 3 d、4 1 3 e、4 1 3 f）が、吸気通路 4 6 の中心からオフセット（筒状部 4 1 3 f が側壁の孔から離れる方向に）した状態で吸気通路内に挿通できるように、筒状部 4 1 3 f 外周面と  
5 導入通路部 4 1 3 d の先端部との一番長い距離が吸気通路 4 6 の内径と略同じに設計されている。筒状部 4 1 3 f 外周面と導入通路部 4 1 3 d の先端部との一番長い距離が吸気通路 4 6 の内径よりも大きくても良いがその場合には屈曲した通路体（4 1 3 d、4 1 3 e、4 1 3 f）を吸気通路 4 6 内に挿入する際、傾けて挿入し、導入通  
10 路部 4 1 3 d を側壁の孔にセットする必要がある。

この組付け作業をやり易くするために導入通路部 4 1 3 d の長さよりも筒状部 4 1 3 f の長さの方を短くしている。

導入通路部 4 1 3 d が吸気通路 4 6 の側壁の孔にセットされた状態では筒状部 4 1 3 f の中心軸線が吸気通路 4 6 の中心軸線に一致  
15 することになり、かくして二重管状態にセットされるように構成される。

もちろん両者の中心軸線が完全に一致する必要はなく、むしろ流体抵抗や、流体の流線などから、中心より少し吸気通路 4 6 の中心からオフセット（筒状部 4 1 3 f が側壁の孔から離れる方向に）した方が  
20 た方が良い場合も有る。

吸気通路 4 6 の側壁と屈曲した通路体（4 1 3 d、4 1 3 e、4 1 3 f）の筒状部 4 1 3 f との両者には中心軸線に交差する位置に一直線に貫通孔が並んで設けられている。

これらの貫通孔が一直線に並ぶように筒状部 4 1 3 f のオフセット位置あるいは導入通路部 4 1 3 d を側壁の孔へ差込む寸法が調整  
25 される。

一つの方法としてはこれら貫通孔に芯材を挿通して両者の位置を

確定し、その後両者をしかるべき位置において溶接接合する。

あるいは両者を所定の位置で結合した後に貫通孔を形成すること  
も考えられる。

かくして一直線上に配列された貫通孔に回転軸 4 1 6 S が挿通さ  
5 れ、当該回転軸 4 1 6 S にバタフライ弁 4 1 6 A が 2 本のねじ 4 1  
6 m により固定される。

回転軸 4 1 6 S は図 4, 6 に示すように吸気通路側壁に設けた貫  
通孔の部分に固定された 2 個のボールベアリング 4 1 6 J、K で回  
転可能に支承されている。回転軸 4 1 6 S の一端は金属カバーで封  
10 止されるが他端はボールベアリング 4 1 6 K からさらに突出してい  
る。この突出部には樹脂カラー 4 1 6 U と最終段ギア 4 1 6 R が挿  
通されており、ナットによって両者は回転軸 4 1 6 S に固定される。  
樹脂カラーと吸気管外壁部との間にはベアリング 4 1 6 K が固定さ  
れた軸受ボスの回りにリターンスプリング 4 1 6 M がセットされて  
15 いる。リターンスプリング 4 1 6 M の一端は回転方向に移動しない  
ように吸気通路体外壁の段付部に係止され、他端は樹脂カラー 4 1  
6 U に係止されている。

樹脂カラー 4 1 6 U はシャフトと一緒に回転するので、このため、  
制御弁が開き方向に回転するとリターンスプリングが巻き締められ  
20 て制御弁に対して閉じ方向の力を付与する。

なお、排気ガス通路体の筒状部に開けられた孔は回転軸が挿通さ  
れる孔として機能するだけでなく、回転軸の撓みすぎによってボー  
ルベアリングに無理な力が掛かるのを抑制する効果がある。

吸気通路体にはモータ収納ケース部が一体に形成されている。  
25 モータ収納ケース部 4 1 6 D にはモータ 4 1 6 D m が収納され、  
吸気通路体に固定されている。

モータ 4 1 6 D m の回転軸の端部にはギア 4 1 6 N が固定されて

いる。回転軸 4 1 6 S に固定された終段ギア 4 1 6 R とギア 4 1 6 N との間には樹脂成形により一体に成型された大径ギア 4 1 6 P と小径ギア 4 1 6 Q とからなる中間ギアが固定シャフト 4 1 6 T に回転可能に支承されている。大径ギア 4 1 6 P はギア 4 1 6 N に噛み合っている。

小径ギア 4 1 6 Q は終段ギア 4 1 6 R に噛み合っている。この減速ギア機構による減速比は約 20 分の 1 である。この減速比により、大きな制御弁回転力（約 100 キログラム）を発生することができる。これはリターンスプリングの力が 7 キログラム程度存在することを考慮しても相当大きな力であり、排気ガス中の未燃焼性生物やタールなどによるバルブの張り付き現象があっても制御弁を開くことができる。制御弁先端の貼り付き解除力としては 20 ～ 30 kg 程度で良いと考えられており、上記力があれば張り付きに対し十分な耐力が確保できる。

屈曲した通路体（4 1 3 d、4 1 3 e、4 1 3 f）から吸気通路に導入された排気ガスは筒状体 4 1 3 f の出口 4 1 6 f から吸気通路 4 6 の中心に排出され、周囲を流れる新気と均一に混合される。

排気ガスが直接吸気通路体に接触しないので、吸気通路体の温度上昇を低く押さえられる。

4 1 6 C は樹脂カバーで、4箇所ねじ止め 4 1 6 h により二重管式吸気通路体の外壁の所定位置に固定される。

この樹脂カバーは減速ギア機構を被い、さらに回転軸 4 1 6 S の回転角度を検出するセンサ部 4 1 6 E が配置されている。

4 1 6 F はコネクタで、樹脂カバーの樹脂成形時にカバーに一体に成形される。このコネクタには回転軸の開度信号を外部に出力する端子、外部からモータへ給電する端子、アース端子が設けられている。

回転軸 4 1 6 S の樹脂カバー側端子部カバー 4 1 6 C の位置まで延びている。カバー 4 1 6 C には回転センサ部 4 1 6 E のロータ 4 1 6 L が樹脂カバー 4 1 6 C の

平面部に回転可能に支承されている。このロータ 4 1 6 L にはブラシ 4 1 6 X が取り付けられている。

樹脂カバー 4 1 6 の蓋部を構成する蓋板 4 1 6 E の内側には回転軸に対して直角な面を持つ基板 4 1 6 W が取り付けられている。この基板のブラシ 4 1 6 X に対面する位置には図示しない抵抗導体が形成されている。抵抗導体は樹脂カバー 4 1 6 C に一体成形電器導体の端子部 4 1 6 Y を介してコネクタ 4 1 6 F に接続されている。樹脂カバーが吸気通路体の外壁に固定されると回転軸の端部がロータ 4 1 6 L の孔に嵌り込み、板ばね 4 1 6 n によって周り止めされている。これにより、回転軸 4 1 6 S の回転はロータ 4 1 6 L を介してブラシ 4 1 6 X を回転させ、抵抗体に対するブラシ 4 1 6 X の位置の変化が電気信号としてコネクタ 4 1 6 F から外部へ送られる

かくして排気ガス通路の開度を制御する制御弁 4 1 6 A の実際の開度が検出され、モータ 4 1 6 Dm への制御信号の演算に反映される。

この信号はエンジン制御ユニットに送られてそこで EGR 還流率に基づく制御弁 4 1 6 A の開度目標値（結果としてモータ 4 1 6 Dm の制御信号）の計算に用いる。

なお、吸気制御弁の制御装置に設けられている制御回路 2 0 0 にこの信号を送ってそこで同様の計算を行い、目標開度信号としてのモータ 4 1 6 Dm の制御信号を返して貰うこともできる。

以上説明した吸気制御装置 4 5 と排気ガス還流量制御装置 4 1 6 とは互いに隣接して取り付けられる。

具体的には吸気制御装置 4 5 の下流端に排気ガス還流量制御装置 4 1 6 の上端を当接し、両者の間にガスケット（あるいはシールゴム） 4 5 E を挟んで、ボルト 4 5 G で固定される。ボルト 4 5 G は吸気通路体の周囲に間隔をおいて 4 ケ所設けられたボルト挿通穴 4 5 D を通して吸気制御装置の上ランジ 4 5 C、下フランジ 4 5 F と排気ガス還流量制御装置 4 1 6 の吸気通路体のフランジ部 4 1 6 H とを締め上げ、両者を固定する。

このとき、回転軸 3 と 4 1 6 S とが並行になるように配置を工夫し、筒状部 4 1

3 f から吸気通路 4 6 内に流入する排気ガスの流量が多くなる部分と吸気制御弁の開度の最も大きいところとが一致するようにして、新気と排気ガスの混合がスムーズに行われるようにして、各シリンダへの排気ガスの分配が均一になるよう工夫されている。

- 5      また、双方の樹脂カバー 9、4 1 6 C が吸気通路体に対して同じ側に位置するよう工夫してある。この構成によればコネクタへの接続作業が同一サイドで行えるので、作業性が良い。また、後述する冷却装置の設置空間を確保するのに好適である。

- 10      このように工夫された装置では、回転軸が並行であるだけでなくモータ挿入ケースも並行に配置されており、モータの回転軸もこれら回転軸と並行に配置されることになる。

このように構成した本実施例によれば以下のような効果がある。

- 15      4 1 4 はエンジン冷却水と排気ガスとの間で熱交換して排気ガスを冷却する冷却装置である。冷却水は入口ヘッダ 4 1 4 A から冷却装置に入り、図 4 に示すコルゲートフィン 4 1 4 a が配置された通路を流れ、冷却水出口ヘッダ 4 1 4 B から排出される。

排気ガスは入口ヘッダ 4 1 3 A から導入され、熱交換器の並行通路を矢印に示す方向に流れ、出口ヘッダ 4 1 3 b に集められ、接続通路 4 1 3 c を通って吸気通路体に形成されている排気ガス導入通路部 4 1 3 d に導かれる。

- 20      このとき入口で、5 0 0℃の排気ガスが 1 0 0℃のエンジン冷却水と熱交換することによって出口では 2 0 0℃まで温度が下がる。これによって吸気通路体の中心に直接排気ガスを導入できる。

4 1 5 (1 5 6) は排気ガス流量センサである。排気ガスセンサは、冷却装置出口の接続通路 4 1 3 d に設けられ冷却された排気ガスの流量を検出する。かくしてガス温度変化が少なくなるので計量精度が上がる効果がある。

- 25      また、EGR ガス温度を下げてガス密度を高め（体積を少なくし）還流率の上限を広げ NOX を低減することができる。さらに低いガス温によりエンジンの燃焼温時間を短くできる。

4 1 3 g は排気ガス通路を吸気通路体の導入開口 4 1 3 k に固定するためのねじである。このねじ挿通孔である。

なお、上記実施例では排気ガス還流量制御装置 4 1 6 の屈曲通路体を別体として形成し、吸気通路体の内部に組み付けるものを説明したが、以下のようにすれば一体に型抜きにより形成できる。

図 2 において、排気ガス還流量制御装置 4 1 6 の二重管式吸気通路体の屈曲通路の内側と外側において型割を工夫して上流側と下流側に型抜きできるようにする。さらに同図面右側に 3 番目の抜き型を設けることで一体成形が可能である。

次に図 7 に基づき吸気制御装置の樹脂カバー部分を詳細に説明する。

10 モータ 5 の端子 5 A は樹脂カバー 9 に設けた受け端子 1 4 に電氣的に接続される。本実施例では樹脂カバー 9 にモールド成型された端子 1 4 も雄端子である。このためモータ側の雄端子 5 A とカバー側の雄端子 1 4 との間に両側に雌端子を有する中継端子 5 B が設けられている。

15 端子 1 4 に至る導体は制御回路基板 2 0 0 の一片に設けられたボンディングパッドに一端がロー付けされたボンディングワイヤー 2 0 2 により電氣的に接続されている。制御回路基板 2 0 0 と樹脂カバー内壁面との間にはアルミニウム材製の放熱板 2 0 0 A がサンドイッチ状体に接着されている。制御回路基板の他の一辺には一端がボンディングパッドに半田付けされたボンディングワイヤー 2 0 1 を介して開度センサ 1 0 に接続され端子群が整列されている。電気導体 1 0 w はセンサの抵抗基板に一端が接続され、他端がボンディングワイヤー 2 0 1 に接続される。

1 2 は制御回路基板の表面をギア収納部から隔離するための隔壁（以後コントロールユニットカバーと呼ぶこともある。）で、制御回路部に異物が侵入するのを防ぐだけでなく中間ギア 7 のスラスト方向への抜け止めを形成している。

25 センサカバー 1 0 c はロータ 1 0 R の回転を支承する環状突起が回転軸の先端部の周囲に形成されている。シャフトの先端部はロータの中心穴に嵌合され、C リング 1 0 P でロータを回転軸に固定する。

1 0 d はシールゴムで、ロータ 1 0 R とセンサカバー 1 0 c との間をシールする。



4 c はシールを保持するための金具で、4 d はリップシールである。このシールにより排気ガスの吹き返りによる排気ガス性分がセンサ室や制御回路室に侵入するのを防いでいる。

以上の実施例の効果を纏めると以下の通りである。

- 5 (1) 加減速時の過渡状態で吸気量が急激に変化した場合にも大きな力で制御バルブを開くので応答速度が早く（全閉から全開までの時間が 100m s 程度）、目標還流率に達するまでの時間を短くできる。

- 10 (2) 吸気通路側面から E G R ガスを導入する従来の方法では、ガスの偏りが発生していた。本構成では吸気通路の中心部に E G R ガスを導入するので混合が良好となりひいては気筒分配が良くなる。

(3) 冷却装置による冷却効果は入口で 500 度が出口で 200 度まで下がり、ガス温度変化が少なくなるので計量精度が上がる効果がある。また、E G R ガス温度を下げ

- 15 さらに低いガス温によりエンジンの燃焼温度が下がり NOX を低減できるという効果もある。

- 20 (4) さらに、従来 E G R ガスが吸気通路への入口で吸気通路体本体に接触していたが、本実施例では排気ガスは排気ガス通路によって吸気通路内に導かれるので、吸気通路体本体が直接排気ガスによって加熱されることがない。

以下、図 2 1 ～図 3 5 を用いて、本発明が適用されるディーゼルエンジンの電子制御スロットル装置の部分について説明する。

最初に、図 2 1 を用いて、本実施形態による電子制御スロットル装置のシステム構成について説明する。

- 25 図 2 1 は、本発明の第 1 の実施形態による電子制御スロットル装置のシステム構成図である。

本実施形態による電子制御スロットル装置は、電子スロットルボディ(E

T B) 1 0 0 と、スロットルアクチュエータコントロールユニット (T A C U) 2 0 0 とから構成されている。電子スロットルボディ (E T B) 1 0 0 は、スロットルボディの中に回転可能に支持されたスロットルバルブや、このスロットルバルブを駆動するモータ等のアクチュエータから構成

5 されている。その詳細構成については、図 2 4 ~ 図 3 1 を用いて後述する。

スロットルアクチュエータコントロールユニット (T A C U) 2 0 0 は、電子スロットルボディ (E T B) 1 0 0 のスロットルバルブの開度が、エンジンコントロールユニット (E C U) 3 0 0 から与えられるスロットルバルブの目標開度となるように制御するユニットである。T A C U 2 0 0

10 は、E C U 3 0 0 から与えられる目標開度に対して、E T B 1 0 0 のスロットルバルブを回動するためのモータ制御デューティ信号を E T B 1 0 0 に出力する。このデューティ信号によって回動されたスロットルバルブの開度は、スロットルポジションセンサによって検出され、スロットルセンサ出力として、T A C U 2 0 0 に供給される。T A C U 2 0 0 は、通常の

15 制御状態においては、目標開度とスロットルセンサ出力が一致するように、スロットルバルブの開度をフィードバック制御する。T A C U 2 0 0 の構成および動作については、図 2 4 ~ 図 3 1 を用いて後述する。

次に、図 2 2 および図 2 3 を用いて、本実施形態による電子制御スロットル装置におけるスロットルバルブの開度について説明する。

20 図 2 2 は、本発明の第 1 の実施形態による電子制御スロットル装置におけるスロットルバルブの開度特性の説明図である。そして、図 2 2 (A) は、スロットルバルブの開度の静的特性の説明図であり、図 2 2 (B) は、スロットルバルブの開度の動的特性の説明図である。

最初に、図 2 2 (A) により、スロットルバルブの開度の静的特性について説明する。図 2 2 (A) において、横軸は T A C U 2 0 0 から E T B 1 0 0 に供給されるモータ制御デューティ信号のデューティを示し、縦軸はスロットルバルブの開度を示している。スロットルバルブは、後述する

25

ように、リターンスプリングによって開き方向に付勢力が与えられている。したがって、デューティが0%のとき、すなわち、モータに電流が流れていない時は、スロットルバルブはリターンスプリングによって開き方向に戻されるため、スロットルバルブの開度は最大となっている。

- 5     デューティが0%～X1%の間では、モータに駆動力が発生するが、リターンスプリングの付勢力よりは小さいため、スロットルバルブの開度は最大に維持される。デューティがX1%～X2%まで増加すると、モータに駆動力が、リターンスプリングの付勢力よりも大きくなり、スロットルバルブの開度は徐々に最小に向かって減少し、デューティX2%でスロットルバルブの開度は最小となる。そして、デューティX2%以上では、スロットルバルブの開度は最小に維持される。デューティX1%，X2%の値は、リターンスプリングの付勢力やモータが発生する駆動力によって異なるが、例えば、 $X1\% = 15\%$ であり、 $X2\% = 30\%$ である。したがって、例えば、デューティ22.5% ( $= (15 + 30) / 2$ ) のモータ
- 10     制御信号がモータに与えられると、スロットルバルブの開度は、最大と最小の中間位置に保持される。
- 15

- 20     以上は、デューティとスロットルバルブの開度の静的な関係を示している。一方、スロットルバルブの開度のある開度から別の開度に変更するときは、図22(B)に示す動的な特性を用いている。図22(B)の横軸は時間を示し、上側の縦軸は開度を示し、下側の縦軸はデューティを示している。ここで、例えば、図22(B)の上側に示すように、スロットルバルブの開度を最大から最小に変更する場合、図22(B)の下側に示すように、時刻t1において、デューティ100%の信号をT1時間継続して出力し、速やかに、スロットルバルブの開度を最大から最小方向に移動
- 25     する。そして、T1時間経過後、デューティ-Y1%の信号をT2時間継続して出力する。ここで、デューティの符号がマイナスということは、モータに通電する電流の方向が逆であり、モータが逆方向に回転駆動される

ことを示している。すなわち、デューティ 100% の信号を供給して、スロットルバルブの開度を最小方向に高速で駆動するとともに、T1 時間後には、モータの回転方向が逆方向となるような信号を供給して、ブレーキをかけることにより、素早く目標開度に接近させる。その後は、スロット

5 センサの出力開度と目標開度が一致するように、デューティを変化させて、フィードバック制御する。時間 T1, T2 および  $-Y1\%$  の具体的な値は、制御系によって異なるが、例えば、最大から最小開度まで 100ms の応答時間で移動しようとする場合、 $T1 = 30 \sim 50 \text{ ms}$  であり、 $-Y1 = -100\%$  であり、 $T2 = 3 \sim 6 \text{ ms}$  である。これらの T1, T2, Y1

10 の値は、PID 演算により求めるものであり、PID 演算の制御定数によって変わる値である。

次に、図 23 を用いて、本実施形態による電子制御スロットル装置におけるスロットルバルブの開度の定義について説明する。

図 23 は、本発明の第 1 の実施形態による電子制御スロットル装置におけるスロットルバルブ開度の定義の説明図である。

15

スロットルバルブの開度には、「制御開度」と、「メカ開度」の 2 つの開度がある。図 22 で説明した開度は、制御開度である。制御開度は、TACU200 によって制御される対象の開度であり、最小開度～最大開度を、例えば、 $0 \sim 100\%$  とする。 $0\%$  が制御全閉状態であり、 $100\%$

20 が制御全開状態である。 $0 \sim 100\%$  の範囲を、スロットル開度制御領域と称する。

一方、この ETB100 は、スロットルバルブの開度を機械的に制限するための 2 個のストッパを備えている。スロットルバルブが最小側ストッパに係止して停止する位置がメカ全閉である。スロットルバルブが最大側

25 ストッパに係止して停止する位置がメカ全開である。メカ全閉～メカ全開の範囲を、スロットル回動領域と称する。スロットル回動領域は、図 23 に示すように、スロットル開度制御領域よりも広い範囲である。

また、各開度を物理的な角度で例示すると、例えば、次のようになる。  
ここで、スロットバルブが空気の流れに対して直角になる位置を $0^{\circ}$ とすると、メカ全閉Z1は、例えば $6.5^{\circ}$ であり、制御全閉Z2は、例えば $7^{\circ}$ である。また、制御全開Z3は、例えば、 $90^{\circ}$ であり、メカ全開Z4は、例えば $93^{\circ}$ である。

さらに、図23に示すように、スロットル全開制御領域の中に、EGR制御またはDPF制御領域(V1~V2)が存在する。すなわち、ECU300からTACU200に与えられる目標開度がV1~V2の範囲にあるときは、TACU200は、EGR制御またはDPF制御が行われていると判断することができる。制御領域(0~100%)に対して、例えば、V1は10%であり、V2は80%である。

次に、図24~図31を用いて、本実施形態による電子制御スロットル装置の構成について説明する。

図24は、本発明の第1の実施形態による電子制御スロットル装置の縦断面図である。図25は、図4のV-V矢視の断面図である。図26は、本発明の第1の実施形態による電子制御スロットル装置に用いるスロットルポジションセンサの斜視図である。図27は、本発明の第1の実施形態による電子制御スロットル装置に用いるスロットルポジションセンサの回路図である。図28、図29および図30は、図24のギアカバーを外した状態におけるA矢視図である。図31は、一つの実施形態による電子制御スロットル装置に用いるギアカバーの平面図である。なお、各図において、同一符号は、同一部分を示している。

図24に示すように、スロットルボディ1は、空気通路を形成し、また各種構成部品を支持している。空気通路には、矢印AIRの方向に上から下に向かって吸入空気が流れる。スロットボディ1は、例えば、アルミダイキャスト製である。スロットバルブ2は、ネジ等により、スロットルシャフト3に固定されている。スロットルシャフト3は、ボールベアリング

によって、スロットルボディ 1 に対して回動可能に支持されている。モータにデューティが印加されていない、図示の状態では、スロットバルブ 2 は、リターンスプリングの付勢力でメカ全開位置に保持されている。スロットルボディ 1 の内部の空隙には、D C モータ 5 が収納され、固定されている。D C モータ 5 の駆動力は、図示しないギアを介して、スロットルシャフト 3 に伝達され、スロットルバルブ 2 を回動する。

次に、図 25 に示すように、スロットルシャフト 3 は、ボールベアリング 4 a, 4 b によって、スロットルボディ 1 に対して回動可能に支持されている。スロットルシャフト 3 には、ギア 8 が固定されている。ギア 8 とスロットルボディ 1 との間には、リターンスプリング 11 が保持されている。リターンスプリング 11 は、スロットルバルブ 2 が全開方向に移動するように、ギア 8 およびスロットルシャフト 3 に付勢力を与えている。

スロットルボディ 1 の内部の空隙には、D C モータ 5 が収納され、固定されている。モータ 5 の出力軸は、ギア 6 が固定されている。スロットルボディ 1 に固定されたシャフト 7 A に対して、ギア 7 が回動可能に支持されている。ギア 6, 7, 8 はそれぞれ噛み合っており、モータ 5 の駆動力は、ギア 6, 7, 8 を介して、スロットルシャフト 3 に伝達される。スロットルバルブ 2 が回転することで、エンジンへの吸入空気流量が電子的に制御される。

ギアカバー 9 には、スロットルアクチュエータコントロールユニット (TACU) 200 が保持されている。ギアカバー 9 には、コントロールユニットカバー 12 が固定され、TACU 200 に水分等が付着しない構造としている。ギアカバー 9 には、モールド樹脂製であり、コネクタ端子 14 が一体的に成形されている。コネクタ端子 14 の一方の端部は、TACU 200 と電氣的に接続されている。ギアカバー 9 をスロットルボディ 1 に取り付けることにより、コネクタ端子の他方の端部がモータ 5 のモータ端子 5 A と係合して、TACU 200 とモータ 5 を電氣的に接続することが

できる。TACU200からデューティ信号がモータ5に印加されると、DCモータ5が回転力を発生する。

また、スロットルバルブ2の位置を検出するスロットルポジションセンサ10は、可動側部品であるブラシ10aと、固定側部品である抵抗体10bとから構成されている。ブラシ10aは、スロットルシャフト3と嵌合することで、スロットルバルブ2とリジットになる構成である。抵抗体10bは、ギアカバー9内に組み込まれている。ブラシ10aが抵抗体10bと接触することで、スロットルバルブ2の位置を電圧に変換してコントロールユニット12に出力する構成となっている。

10      ここで、図26および図27を用いて、スロットルポジションセンサ10の構成について説明する。図26に示すように、スロットルポジションセンサ10は、4個のブラシ10a1, 10a2, 10a3, 10a4と、4個の抵抗体10b1, 10b2, 10b3, 10b4とから構成されている。ブラシ10a1, 10a2と、抵抗体10b1, 10b2とにより、  
15      第1のスロットルポジションセンサを構成し、ブラシ10a3, 10a4と、抵抗体10b3, 10b4とにより、第2のスロットルポジションセンサを構成する。本実施例はガソリンエンジンシステム用のスロットルポジションセンサ、すなわち、2系統のスロットルポジションセンサを備えた構成となっているが、ディーゼルエンジン用としては2系統の内1系統  
20      のみを使用する構成となっている。

図27に示すように、一方のスロットルポジションセンサは、抵抗体10b1, 10b2に対して、ブラシ10a1, 10a2が摺動可能に接触している。抵抗体10b2の両端には、電源Vから直流電圧が供給される。そして、抵抗体10b1から電圧を検出することで、ブラシ10aの位置、  
25      すなわち、スロットルバルブ2の位置を電圧信号として検出することができる。

TACU200は、通常の制御では、スロットルポジションセンサ10

の出力を用い、スロットルバルブ 2 の位置が目標開度に合致するように、フィードバック制御する。

ギア 7 とスロットルボディ 1 との間には、ワッシャー 1 5 0 が装着されている。ワッシャー 1 5 は、耐摩耗性プラスチック材料、例えば、モリブデン入りの P A 6 6 ナイロンからなる。モータ 5 に通電されていない状態では、モータ 5 は駆動力を発生していない。このときは、スロットルバルブ 2 は、リターンスプリング 1 1 によってメカ全開位置に保持されている。また、ギア 6 およびギア 8 は各々モータシャフト、スロットルシャフト 3 にリジットに固定された状態であるが、ギア 7 は、シャフト 7 A 上にフリーな状態で構成されている。本実施形態によるスロットル制御装置は、車両に搭載されるため、このようなギア 7 がフリーな状態にあると、車両の振動により、ギア 7 は、シャフト 7 A のスラスト方向に振動し、ギア 7 の端面がスロットルボディ 1 に打ち付けられることによる異音の発生や、スロットルボディ 1 の傷つき、摩耗が発生する。ちなみに、スロットルボディ 1 がアルミダイキャスト製であるのに対して、ギアは、アルミより高強度の焼結合金製である。そこで、異音の発生や傷つき等を防ぐために、耐摩耗製プラスチック材料からなるワッシャー 1 5 を備えている。

次に、図 2 8 は、図 2 5 のギアカバー 9 を外した状態での A 矢視図である。モータ 5 は、モータ固定プレート 5 B をスロットルボディ 1 にネジ止めすることにより、固定されている。プレート 5 B の開口部からは、モータ 5 の電源端子 5 A が突出している。

スロットルボディ 1 には、ギア 9 の近傍の位置において、メカ全閉ストッパ 1 3 A が取り付けられている。モータ 5 に 1 0 0 % デューティの信号が供給されると、ギア 8 が矢印 B 1 方向（スロットルバルブ 2 の閉じ方向）に回動し、ギア 8 に形成されたストッパ端部 8 A が、メカ全閉ストッパ 1 3 A に当接して、メカ全閉位置に保持される。

ディーゼルエンジン用電子制御スロットル装置は、D C モータ 5 やスロ



ットルポジションセンサ 10 等の異常がコントロールユニット 12 で検出された場合は、即座に DC モータ 5 の電源を切断または制御デューティを 0 % に固定し、開方向に付勢されたリターンスプリング 11 の付勢力のみでメカ全開位置 13 B に戻る仕様となっている。

- 5 次に、図 29 は、図 28 の状態から、ギア 7 を取り外した状態を示している。ギア 8 は、約 1 / 3 形状のギアである。ギア 8 の一方の端部は、ストッパ端部 8 A として機能し、他方の端部も、ストッパ端部 8 B として機能する。スロットルボディ 1 には、ギア 9 の近傍の位置において、メカ全開ストッパ 13 B が取り付けられている。モータ 5 にデューティ信号または電圧が供給されていないと、開方向に付勢されたリターンスプリング 10 11 の付勢力によりストッパ端部 8 B がメカ全開ストッパ 13 B に当接し、スロットルバルブ 2 は、メカ全開位置に位置する。すなわち、モータ 5 にデューティが印加されていない状態では、スロットルバルブ 2 は、メカ全開位置に保持されつづけている。

- 15 次に、図 30 は、図 29 の状態から、ギア 8 を取り外した状態を示している。リターンスプリング 11 は、1 個のみ用いられている。リターンスプリング 11 の一方の端部 11 A は、スロットルボディ 1 の一部 1 A と係合し、他方の端部 11 B は、ギア 8 に係合しており、スロットルバルブ 2 を開き方向に付勢力を作用している。

- 20 次に、図 31 は、ギアカバー 9 の平面図である。ギアカバー 9 には、コネクタ端子 14 が設けられている。また、ギアカバー 9 には、ECU 300 や外部の電源と接続するためのコネクタ 9 A が設けられており、この内部の端子が、TACU 200 に接続されている。

(図 32) の説明を入れる

- 25 次に、図 33 を用いて、本実施形態による電子制御スロットル装置のスロットルアクチュエータコントロールユニット (TACU) 200 のシステム構成について説明する。

図 3 3 は、本発明の第 1 の実施形態による電子制御スロットル装置のスロットルアクチュエータコントロールユニット (TACU) のシステム構成図である。なお、図 2 1, 図 2 4 および図 2 5 と同一符号は、同一部分を示している。

- 5      スロットルアクチュエータコントロールユニット (TACU) 2 0 0 は、CPU 2 1 0 と、モータドライブ回路 (MDC) 2 3 0 とから構成される。CPU 2 1 0 は、差演算部 2 1 2 と、PID 演算部 2 1 4 と、制御量演算部 2 1 6 と、制御部 2 1 8 とから構成されている。

- 10      差演算部 2 1 2 は、ECU 3 0 0 が出力する目標開度  $\theta_{obj}$  と、スロットルポジションセンサ 1 0 が出力するスロットルバルブの実開度  $\theta_{th}$  の開度差  $\Delta \theta_{th}$  を演算する。PID 演算部 2 1 4 は、差演算部 2 1 2 が出力する開度差  $\Delta \theta_{th}$  に基づいて、PID 制御量  $u(t)$  を演算する。PID 演算により求められる PID 制御量  $u(t)$  は、 $(K_p \cdot \Delta \theta_{th} + K_d \cdot (d \Delta \theta_{th} / dt) + K_i \cdot \Sigma \Delta \theta_{th} \cdot dt)$  として求められる。なお、 $K_p$  は
- 15      比例定数であり、 $K_d$  は微分定数であり、 $K_i$  は積分定数である。制御量演算部 2 1 6 は、PID 制御量  $u(t)$  に基づいて、後述する Hブリッジ回路 2 3 4 のオン・オフするスイッチを選択し、電流の流す方向を決定し、また Hブリッジ回路 2 3 4 のスイッチをオン・オフするデューティを決定して、制御量信号として出力する。制御部 2 1 8 は、図 3 5 を用いて詳述
- 20      するように、目標開度  $\theta_{th}$  に基づいて、EGR 制御または DPF 制御が行われているか否かを判定し、EGR 制御または DPF 制御が行われていない場合には、スロットルバルブを全開するための制御を実行し、必要に応じて、PID 演算部 2 1 4 や、制御量演算部 2 1 6 や、MDC 2 3 0 に電圧 VB を供給するスイッチ SW 1 の開閉を制御する。

- 25      モータドライブ回路 (MDC) 2 3 0 は、ロジック IC 2 3 2 と、Hブリッジ回路 2 3 4 とを備えている。ロジック IC 2 3 2 は、制御量演算部 2 1 6 が出力する制御量信号に基づいて、Hブリッジ回路 2 3 4 の 4 個の

スイッチにオンオフ信号を出力する。Hブリッジ回路234は、オンオフ信号に応じてスイッチが開閉し、必要な電流をモータ5に供給して、モータ5を正転若しくは逆転する。

次に、図34を用いて、本実施形態による電子制御スロットル装置に用5 いるHブリッジ回路234の構成について説明する。

図34は、本発明の第1の実施形態による電子制御スロットル装置に用いるHブリッジ回路の構成を示す回路図である。

Hブリッジ回路234は、4個のトランジスタTR1, TR2, TR3, TR4と、4個のダイオードD1, D2, D3, D4とが図示するように10 結線され、モータ5に電流を流す。例えば、ゲート信号G1とゲート信号G4がハイレベルとなり、トランジスタTR1, TR4が導通すると、破線C1のように電流が流れる。例えば、このとき、モータ5は正転する。また、ゲート信号G2とゲート信号G3がハイレベルとなり、トランジスタTR2, TR3が導通すると、一点鎖線C2のように電流が流れる。例15 えば、このとき、モータ5は逆転する。さらに、ゲート信号G3とゲート信号G4がハイレベルとなり、トランジスタTR3, TR4が導通すると、二点鎖線C3のように電流が流れることが可能となる。このとき、モータ5の駆動軸に外部から駆動力が伝達され、モータ5の回転子が回転すると、モータ5は発電機として動作し、回生制動の動作を行わせることができる。20 なお、トランジスタTR1, TR2が同時に導通するようにしても、モータ5を回生制動させることは可能である。

なお、本実施例は、Hブリッジ回路をインテグレート化したワンチップマイコンを使用した場合であり、デジタル信号をロジックICに与え自由にトランジスタのON、OFFをコントロールできるものである。しかし、25 本実施形態においては、モータの駆動回路の状態をコントロールできれば目的を達成できるので、Hブリッジ自体が4個のトランジスタを用いて構成されていても、インテグレート化されたワンチップICを使って構成さ

れていてもよいものである。

次に、図 3 5 および図 3 6 を用いて、本実施形態による電子制御スロットル装置の制御部 2 1 8 による制御動作について説明する。

図 3 5 は、本発明の第 1 の実施形態による電子制御スロットル装置の制御部による制御内容を示すフローチャートである。図 3 6 は、本発明の第 1 の実施形態による電子制御スロットル装置の制御部による制御内容の説明図である。

ステップ s 1 0 0 において、制御部 2 1 8 は、E G R 制御または D P F 制御が終了したか否かを判定する。終了していないときは、ステップ s 1 1 0 において、通常のフィードバック制御を継続する。終了したときは、ステップ s 1 2 0 において、全開までの目標角度制御を実行する。

ここで、ステップ s 1 0 0 の判定において、制御部 2 1 8 は、E C U 3 0 0 から入力した目標開度を用いて、E G R 制御または D P F 制御が終了したか否かを判定する。例えば、図 2 3 で説明したように、スロットル開度制御領域が 0 ~ 1 0 0 % の範囲の場合、( V 1 ~ V 2 ) の範囲 (例えば、1 0 ~ 8 0 % ) が E G R 制御または D P F 制御領域である。したがって、E C U 3 0 0 から入力する目標開度が、1 0 ~ 8 0 % の範囲にあれば、制御部 2 1 8 は E G R 制御または D P F 制御中であると判断し、目標開度が 0 ~ 1 0 % が終了したと判断する。また、E C 若しくは 8 0 ~ 1 0 0 % であれば、制御部 2 1 8 は E G R 制御または D P F 制御 U 3 0 0 から E G R 制御または D P F 制御終了の F l a g を受信したかどうかで判断するようにすることもできる。

次に、図 3 6 を用いて、ステップ s 1 2 0 における全開までの目標角度制御について説明する。図 3 6 において、横軸は時間 t を示している。縦軸は、スロットル開度 (制御) 開度  $\theta_{th}$  およびモータデューティ  $D_u$  を示している。スロットル開度  $\theta_{th}$  は、原点に近い方が全閉側であり、原点から遠ざかるほど全開側に近づく。また、モータデューティ  $D_u$  は、原点

に近い方がデューティ 100%に近い側であり、原点から遠ざかるほど0%に近づく。

図中、実線  $\theta_{th}$  がスロットル開度の変化を示し、破線  $D_u$  がモータに印加するデューティを示している。そして、時刻  $t_3$  までが EGR 制御または DPF 制御が行われている状態を示し、時刻  $t_3$  以降が EGR 制御または DPF 制御が終了した場合の状態を示している。また、時刻  $t_3$  以降において、実線  $\theta_{th}$  は、本実施形態による制御が行われた場合のスロットル開度の変化を示し、一点鎖線は、本実施形態による制御が行われない場合のスロットル開度の変化を示している。

10 時刻  $t_3$  までの間は、ステップ  $s_{110}$  の処理により、EGR 制御または DPF 制御が行われている。ECU 300 から入力する目標開度  $\theta_{obj}$  に応じて、モータに印加するデューティ  $D_u$  が変化し、それに応じて、スロットル開度  $\theta_{th}$  も変化している。

15 時刻  $t_3$  において、EGR 制御または DPF 制御が終了したと判定されると、本実施形態による制御が行われない場合には、モータへの通電が遮断される、すなわち、デューティが0%の状態になる。その結果、スロットルバルブは、リターンスプリングの付勢力によって、一点鎖線で示すように、全開側に移動する。そして、時刻  $t_4$  において、全開ストッパに当接し、ストッパからの跳ね返りと、リターンスプリングによる引き戻しを  
20 繰り返して、最終的に制御全開にて停止する。時刻  $t_3 \sim$  時刻  $t_4$  までの時間  $T_4$  は、例えば、150ms である。このように高速で、スロットルバルブがリターンスプリングで引き戻されると、全開ストッパと衝突することにより、衝突音の発生および衝撃荷重によるメカ部品の寿命低下となる。

25 一方、本実施形態による全開までの目標角度オープンループ制御では、制御部 218 は、モータ印加デューティ  $D_u$  に示すように、EGR 制御または DPF 制御が終了したと判定される時点（時刻  $t_3$ ）におけるデュー

ティから徐々にデューティが減少し、時刻  $t_5$  においてデューティ 0 % となるような制御信号を、制御量演算部 216 に出力する。制御量演算部 216 は、時刻  $t_3$  から徐々にデューティが減少し、時刻  $t_5$  においてデューティ 0 % となるような制御信号をロジック IC 232 に出力する。その

5 結果、モータは図中破線  $D_u$  で与えられるデューティ信号に応じて回転され、結果として、図中実線で示すように、スロットル開度  $\theta_{th}$  は、EGR 制御またはDPF制御が終了したと判定される時点（時刻  $t_3$ ）における開度から徐々に全開側に移動し、時刻  $t_5$  において全開点となる。ここで、時刻  $t_3 \sim$  時刻  $t_5$  までの時間  $T_5$  は、例えば、500ms となるように、

10 デューティ信号を徐々に減少させることにより、スロットルバルブが全開点に引き戻されるときの、ギア 8 と全開ストッパ 13A との衝突時の速度を減少して、衝突音の発生および衝撃荷重によるメカ部品の寿命低下を防止することができる。

このように、オープンループ制御時のモータ駆動デューティの与え方を

15 全開方向に付勢されたスプリング力のみで戻るよりも応答が遅くなる（ $T_4 < T_5$ ）ように設定すれば、全開ストッパとモータ駆動系のギアの衝突音、衝撃エネルギーを低減できる。さらに、特開 2003-214196 号公報に記載されているように、予め設定してある所定値を任意の時間モータに印加する制御の場合には、製品個々の応答時間等のバラツキを吸収で

20 きず、スロットルバルブが全開位置に戻ってきてもモータを動かす制御を行いつづける可能性があり、過電流でモータにダメージを与える恐れがあるが、本実施形態では、全開ストッパ位置に戻っても制御を続けるという問題が生じないものである。

なお、制御部 218 は、目標となるデューティを与えるオープンループ

25 方式でスロットル開度を制御する。ここで、このオープンループ制御時に印加するデューティの与え方は、例えば、図 36 に示したような単調減少する 1 次式で与えてもよく、また、放物線状等の与え方でも良く、最終的

にリターンスプリング 11 の付勢力のみで戻る時間より遅くなる与え方であれば、ギア 8 と全開ストッパ 13 の衝突時の音、衝撃荷重を低減できる。

以上説明したように、本実施形態では、EGR 制御または DPF 制御が終了したと判定され、全開位置にスロットルバルブを移動する際、モータ  
5 に印加するデューティを徐々に減らすようにしているので、ギアと全開ストッパとの衝突時の速度を減少して、衝突音の発生および衝撃荷重によるメカ部品の寿命低下を防止することができる。

次に、図 37 および図 38 を用いて、本発明の第 2 の実施形態による電子制御スロットル装置の制御部 218 による制御動作について説明する。

10 本実施形態による電子制御スロットル装置のシステム構成は、図 21 に示したものと同様である。また、本実施形態による電子制御スロットル装置の構成は、図 24 ～ 図 31 に示したものと同様である。さらに、本実施形態による電子制御スロットル装置のスロットルアクチュエータコントロールユニット (TACU) 200 のシステム構成は、図 33 に示したものと  
15 同様である。また、本実施形態による電子制御スロットル装置に用いる Hブリッジ回路 234 の構成は、図 34 に示したものと同様である。

図 37 は、本発明の第 2 の実施形態による電子制御スロットル装置の制御部による制御内容を示すフローチャートである。図 38 は、本発明の第 2 の実施形態による電子制御スロットル装置の制御部による制御内容の説明  
20 図である。なお、図 35 と同一のステップ番号は、同一の制御内容を示している。

図 38 において、横軸は時間  $t$  を示している。縦軸は、スロットル開度 (制御開度)  $\theta_{th}$  を示している。スロットル開度  $\theta_{th}$  は、原点に近い方が全閉側であり、原点から遠ざかるほど全開側に近づく。

25 ステップ s100 において、制御部 218 は、EGR 制御または DPF 制御が終了したか否かを判定する。終了していないときは、ステップ s110 において、通常のフィードバック制御を継続する。終了したときは、

ステップ s 2 1 0 において、モータ駆動回路状態制御を実行し、次に、ステップ s 2 2 0 において、モータ駆動停止制御を実行する。なお、ステップ s 1 0 0 ~ s 2 2 0 までの処理は、例えば、3 m s 周期で繰り返し実行される。

- 5      ステップ s 2 1 0 の処理において、制御部 2 1 8 は、モータ 5 が回生制動の動作をするような制御信号を、制御量演算部 2 1 6 に出力する。図 3 3 で説明したように、トランジスタ T R 3, T R 4 のゲート G 3, G 4 にオン信号を供給すると、モータ 5 が回転した場合、矢印 C 3 の向きに電流が流れ、モータ 5 は回生制動動作をすることになる。そこで、制御部 2 1
- 10    8 は、トランジスタ T R 3, T R 4 を導通させるような制御信号を、制御量演算部 2 1 6 に出力する。制御量演算部 2 1 6 は、トランジスタ T R 3, T R 4 を導通させるような制御信号を、ロジック I C 2 3 2 に出力する。このとき、スロットルバルブ 2 は、リターンスプリング 1 1 によって全開方向に移動しようとする。スロットルシャフトの動きはギア 8, 7, 6 を
- 15    介してモータ 5 に伝えられるため、モータ 5 は、回生制動の動作を行う。このモータ 5 の回生制動により、スロットルバルブが全開方向に開こうとする動きにブレーキがかけられる。

- すなわち、ここで重要なのは、モータの電源を切るとリターンスプリング 1 1 の付勢力で全開方向にモータ駆動機構が回転することになるが、こ
- 20    のときの D C モータ 5 の部品が回転する力を、モータ回路を接続した状態にすることでリターンスプリング 1 1 の付勢力と逆方向に働く様に H ブリッジ回路のトランジスタのオン・オフ状態をコントロールすることである。このようにコントロールすると、図 3 8 に示す様にスロットルバルブ 2 はモータ駆動回路接続時のようにゆっくりと動き、急激にギア 8 と全開スト
- 25    ッパが衝突するのを防げることになる。

そして、ステップ s 2 2 0 において、制御部 2 1 8 は、モータ駆動を停止する制御を実行するような制御信号を、制御量演算部 2 1 6 に出力する。



すなわち、制御部 218 は、モータ印加デューティ  $D_u$  が 0 % となるような制御信号を、制御量演算部 216 に出力する。制御量演算部 216 は、デューティ 0 % となるような制御信号をロジック IC 232 に出力する。その結果、モータへの通電が遮断されるので、スロットルバルブ 2 は、リ  
5 ターンスプリング 11 によって全開方向に移動しようとする。

また、モータ駆動停止制御は、モータ 5 への通電をオフするようにしてもよいものである。すなわち、制御部 218 は、図 33 に示したスイッチ SW1 をオフにして、電源 VB からの電力がモータ駆動回路 230 を介して、モータ 5 に供給されるのを停止する。以上のように、モータ駆動停止  
10 制御においては、モータ印加デューティ  $D_u$  を 0 % として Hブリッジ回路のトランジスタをオフしたり、電源からモータへ電力を供給する経路の途中に設けられたスイッチをオフしたりして、モータへの通電を遮断して、モータの駆動を停止する。

すなわち、ステップ s 210 の処理により瞬間的に全開方向への動きに  
15 ブレーキをかけ、次のステップ s 220 の処理によりブレーキをはずしてリターンスプリングにより全開方向に動こうとする。ステップ s 100 ~ s 220 の処理は、例えば、3 ms 周期で繰り返されるので、EGR 制御または DPF 制御が終了したと判定される場合には、この間、ステップ s 210 のブレーキングと、ステップ s 220 のブレーキなし制御が繰り返  
20 され、スロットルバルブは、徐々に、全開側に移動し、例えば、時刻 t 6 に全開点に到達する。

図中、時間 T 4 は図 36 に示したものと同様であり、ブレーキが全くかけられていないときのスロットル開度であるのに対して、本実施形態では、途中で周期的にブレーキをかけることにより、時刻 t 3 ~ 時刻 t 6 までの  
25 時間 T 6 は、時間 T 4 よりも長くなり、スロットルバルブが全開点に引き戻されるときの、ギア 8 と全開ストッパ 13A との衝突時の速度を減少して、衝突音の発生および衝撃荷重によるメカ部品の寿命低下を防止するこ

とができる。

以上説明したように、本実施形態では、EGR制御またはDPF制御が終了したと判定され、全開位置にスロットルバルブを移動する際、最初に、モータが回生制動するように、すなわち、コントロールユニット内のモータ駆動回路がモータと接続された状態を保ち続ける信号をCPUの制御部から与えることで、全開位置方向に回動する様に付勢されたスプリング力と反対方向にモータの回転力を利用した力がブレーキの様に作用させることで、全開ストッパとギアなどのモータ駆動機構の構成部品間が衝突する時の衝撃エネルギーを低減することができ、衝突音の発生および衝撃荷重によるメカ部品の寿命低下を防止することができる。

次に、図39を用いて、本発明の第3の実施形態による電子制御スロットル装置の制御部218による制御動作について説明する。

本実施形態による電子制御スロットル装置のシステム構成は、図21に示したものと同様である。また、本実施形態による電子制御スロットル装置の構成は、図24～図31に示したものと同様である。さらに、本実施形態による電子制御スロットル装置のスロットルアクチュエータコントロールユニット(TACU)200のシステム構成は、図33に示したものと同様である。また、本実施形態による電子制御スロットル装置に用いるHブリッジ回路234の構成は、図34に示したものと同様である。

図39は、本発明の第3の実施形態による電子制御スロットル装置の制御部による制御内容を示すフローチャートである。なお、図35、図37と同一のステップ番号は、同一の制御内容を示している。

本実施形態においては、ステップs310とステップs320の処理が、図37の制御に対して追加されている。

ステップs100において、EGR制御またはDPF制御が終了したと判定されると、ステップs310において、自己診断のフラグをチェックする。ここで自己診断結果の状態を確認し、異常が検出されていなければ、

ステップ s 2 1 0 , s 2 2 0 において、回生制動とモータ駆動停止により、モータ回路接続時の挙動となるのでゆっくり全開ストッパ 1 3 に当接することになる。

自己診断結果、異常が検出されている場合は、ステップ s 3 2 0 において、制御部 2 1 8 は、Hブリッジ回路の全てのトランジスタをオフすることで、図 3 6 に一点鎖線で示したように、スロットルバルブは速やかに全開位置に移動する。

このように、自己診断の結果、異常が検出されると、可能な限り早く制御を止めることにより、実車挙動の異常を防ぐことができる。

10 次に、図 4 0 および図 4 1 を用いて、本発明の第 4 の実施形態による電子制御スロットル装置の制御部 2 1 8 による制御動作について説明する。

本実施形態による電子制御スロットル装置のシステム構成は、図 2 1 に示したものと同様である。また、本実施形態による電子制御スロットル装置の構成は、図 2 4 ~ 図 3 1 に示したものと同様である。さらに、本実施  
15 形態による電子制御スロットル装置のスロットルアクチュエータコントロールユニット (T A C U) 2 0 0 のシステム構成は、図 3 3 に示したものと同様である。また、本実施形態による電子制御スロットル装置に用いる Hブリッジ回路 2 3 4 の構成は、図 3 4 に示したものと同様である。

図 4 0 は、本発明の第 4 の実施形態による電子制御スロットル装置の制御部による制御内容を示すフローチャートである。図 4 1 は、本発明の第  
20 4 の実施形態による電子制御スロットル装置の制御部による制御内容の説明図である。なお、図 3 5 、図 3 7 と同一のステップ番号は、同一の制御内容を示している。

図 4 1 において、横軸は時間  $t$  を示している。縦軸は、スロットル位置  $\theta$  およびモータデューティ  $D_u$  を示している。スロットル位置  $\theta$  は、原点に近い方が全閉側であり、原点から遠ざかるほど全開側に近づく。そして、  
25 実線が目標開度  $\theta_{obj}$  を示し、破線が実開度  $\theta_{th(real)}$  を示している。ま

た、点線で示すモータデューティ  $D_u$  は、原点に近い方がデューティ 100% に近い側であり、原点から遠ざかるほど 0% に近づく。

ステップ s 410 において、制御部 218 は、ECU 300 から入力する目標開度  $\theta_{obj}$  を受信して、位置制御を行うための基準とする。

- 5 次に、ステップ s 420 において、ステップ s 410 で受信した目標開度  $\theta_{obj}$  が所定値 A よりも大きく、かつ、目標開度  $\theta_{obj}$  の変化率  $\Delta \theta_{obj}$  が所定値 B よりも小さいか否かを判定する。例えば、所定値 A は 80% であり、図 24 のステップ s 100 における EGR 制御または DPF 制御が終了したか否かを判定している。また、目標開度  $\theta_{obj}$  の変化率  $\Delta \theta_{obj}$
- 10 を判定の基準とするのは、瞬間的に目標開度  $\theta_{obj}$  が所定値 A よりも大きくなった場合を除き、定常的に目標開度  $\theta_{obj}$  が所定値 A よりも大きくなっているか否かを判定している。変化率  $\Delta \theta_{obj}$  は、例えば、0.25% である。すなわち、目標開度  $\theta_{obj}$  が所定値 A (例えば、80%) よりも大きく、かつ、目標開度  $\theta_{obj}$  の変化率  $\Delta \theta_{obj}$  が所定値 B (例えば、0.25%) よりも小さい場合に、EGR 制御または DPF 制御が終了したと判定して、ステップ s 430 に進み、そうでない場合には、ステップ s 460 に進む。
- 15

- ステップ s 460 では、カウント値 C を 0 クリアして初期化する。すなわち、通常の EGR 制御または DPF 制御が行われている状態では、カウント値 C は 0 である。次に、ステップ s 470 において、変数 E が 0 か否かを判定する。変数 E は、「0」と「1」の 2 値を取り得るものであり、変数 E が「0」のときは、制御が行われている状態を示し、変数 E が「1」のときは、制御が行われていない状態を示している。ここでは、制御が行われており、変数 E が「0」とすると、ステップ s 110 に進み、スロットル開度が目標開度となるように、フィードバック制御する。図 41 において、時刻  $t_3$  までの間は、通常のフィードバック制御によるスロットルバルブの開度制御が行われている。この時点は、EGR 制御または DPF
- 20
- 25

制御が終了している時点であるので、このときの目標角度制御は、目標開度として、全開点近傍の任意の位置にスロットルバルブ位置として、この開度となるように制御するとともに、その開度を任意の時間（ステップ s 4 4 0 で、 $C > D$  の条件が満たされるまでの時間）の間、保持するように  
5 する。

一方、EGR制御またはDPF制御が終了すると、ステップ s 4 3 0 において、カウント値 C に「1」を加算する。そして、ステップ s 4 4 0 において、カウント値 C が所定値 D を越えたか否かを判定する。ステップ s 4 4 0 の判定は、ステップ s 4 3 0 で EGR 制御または DPF 制御が終了  
10 したと判定された後、所定時間が経過したかどうかを判定するためのものである。所定値 D は、図 4 1 の時刻  $t_3 \sim t_7$  までの時間に相当する値とし、例えば、200 ms をカウントする時間である。この所定時間は、リタースプリングの付勢力によって、図 3 6 の一点鎖線で示したように、全開側に移動するのに要する時間（例えば、図 3 6 の例では、時間  $T_4$ （例  
15 えば、150 ms）よりも長く設定する。

ステップ s 4 4 0 の条件を満たさない場合、すなわち、例えば、EGR 制御または DPF 制御が終了して 200 ms が経過するまでは、ステップ s 4 7 0 において、変数 E が 0 か否かを判定する。ここでは、制御が行われており、変数 E が「0」であり、ステップ s 1 1 0 に進み、スロットル  
20 開度が目標開度となるように、フィードバック制御する。すなわち、図 4 1 において、時刻  $t_3 \sim t_6$  までの間も、通常のフィードバック制御によるスロットルバルブの開度制御を行う。

かかる制御によって、スロットルセンサの摺動抵抗の摩耗を低減することができる。接触式スロットルセンサを用いた電子制御スロットル装置の  
25 場合、一定開度保持時間（例えば、全開位置に保持されている時間）が長いと、振動等の影響により抵抗体が局部的に摩耗することになる。このような局部摩耗によって、接触スロットルポジションセンサの出力異常が発

生する。そこで、本実施形態のように、所定値D相当の時間が経過するまでは、EGR制御またはDPF制御が終了していながら、制御状態とすることにより、時刻 $t_3 \sim t_7$ の間は、任意の開度に保持された時間となり、機械的全開位置に保持される時間は時刻 $t_7 \sim t_8$ の時間とすることができ、機械的全開位置に保持される時間を短くすることができる。このように、保持時間を短くできるため、スロットルポジションセンサを長寿命化することができる。

次に、ステップs440の判定において、カウント値Cが所定値Dを越え  
ると、すなわち、図41において、時刻 $t_7$ になると、ステップs21  
0、ステップs220において、図37で説明した回生制動によるブレー  
キ動作と、非ブレーキ動作を繰り返し、ギア9はゆっくり全開ストッパ1  
3に当接する。なお、ステップs210、s220の処理において、ステ  
ップs210の処理を除いてもよいものである。すなわち、ステップs1  
10では、全開点近傍の所定位置に所定時間制御しているので、ステ  
ップs220の処理によりモータへの通電を遮断して直ちに、その所定位置か  
ら全開位置まで移動したとしても、移動距離が短いため、ギア8が全開ス  
トッパ13Aに当接するときの衝撃力は小さい場合が多いためである。

その後、ステップs450において、で制御状態Flag(E)を「1」  
とし、ループを抜ける。

20 以上のように、本実施形態では、EGR領域（時刻 $t_3$ 以降）となり、  
かつ、条件成立状態の継続時間（ $C > D$ ）が満たされた時刻 $t_7$ 以降にお  
いて、ブレーキ動作とモータへの通電停止を繰り返し、制御状態から非制  
御状態に移行して、ギア8と全開ストッパ13がゆっくりと当接するよう  
にしている。

25 また、EGR制御またはDPF制御終了状態から、EGR制御またはD  
PF制御状態に復帰する際には、目標開度 $> A$ 、目標開度変化率 $< B$ 、ま  
たは $C > D$ の何れかひとつが非成立となれることにより復帰できる。この

とき、一度非制御状態になっているので制御状態 F l a g は  $E = 1$  となっている。そこで、ステップ s 4 7 0 の判定で、ステップ s 4 8 0 に進み、制御量をクリアする。

図 3 3 で説明したように、P I D 演算部 2 1 4 は、E G R 制御または D  
5 P F 制御状態の時も、E G R 非制御状態の時も、デューティを求める P I  
D 演算を繰り返し実行している。P I D 制御量  $u(t) = (K_p \cdot \Delta \theta_{th} + K_d \cdot (d \Delta \theta_{th} / d t) + K_i \cdot \Sigma \Delta \theta_{th} \cdot d t)$  が演算されている。  
モータ通電オフ状態時は目標開度と実開度の偏差が閉じ側に大きくなって  
おり、積分項の働きを行う部分は閉じ方向の制御デューティが過大の状  
10 態となっている。スロットル位置制御は通常新目標開度付近でブレーキを  
かけて収束性を良くするが、上述のように閉じ方向に積分項相当の値が過  
大に蓄積されていると、正常なブレーキが加わらず、オーバーシュートが  
大きくなったり、収束性を悪化させる可能性がある。

そこで、本実施形態では、ステップ s 4 8 0 において、制御量をゼロク  
15 リアする。ここで、ゼロクリアする制御量としては、積分項相当の部分  
のみでもよく、また、印加デューティに関わる値の全てでもよいものであ  
る。これにより、応答時間等の制御性能が改善できる。その後、ステップ  
s 4 9 0 において、で制御状態 F l a g を  $E = 0$  とし、通常制御に移行し、  
ループを抜ける。

20 以上説明したように、本実施形態でも、全開ストッパとギアなどのモー  
タ駆動機構の構成部品間が衝突する時の衝撃エネルギーを低減することが  
でき、衝突音の発生および衝撃荷重によるメカ部品の寿命低下を防止する  
ことができる。また、全開位置における保持時間を短くして、接触式スロ  
ットルセンサを超寿命化することができる。さらに、非制御状態から制御  
25 状態に移行する際には、制御量をゼロクリアすることにより、応答性等の  
制御性能を改善することができる。

次に、図 4 2 を用いて、本発明の他の実施形態による電子制御スロット

ル装置のシステム構成について説明する。

図42は、本発明の他の実施形態による電子制御スロットル装置のシステム構成図である。

5      なお、以上の各実施形態の説明では、TACU200と、ECU300とが別体の構成であるとしたが、図42に示すように、TACU200とECU300とが一体構成であってもよいものである。

10      以上説明した実施例におけるモータ制御による吸気スロットル弁としてのスロットルバルブ装置、およびその制御方法の特徴を纏めると以下の通りである。

15      スロットルバルブの電子的位置制御は、例えば、特開平7-332136号公報に記載されるように、スロットルバルブの実開度と目標開度の偏差に応じた制御量をPID制御等の手法を用いて演算し、求められた制御量をパルス駆動のオンタイムとオフタイムの比であるデューティー比に変換し、Hブリッジ回路を介してPWM信号を直流モータに供給し、モータ

20      上述の電子制御スロットル装置は、いずれも、ガソリンエンジン用電子制御スロットル装置であるが、昨今EGR効率向上、ディーゼルリング改善等を目的に、ディーゼルエンジンに電子制御スロットル装置が適用されつつある。ディーゼルエンジン用電子制御スロットル装置は、ガソリンエンジン用と異なり、主にEGR効率向上、吸気を絞ることで排気温を上げDPF(Diesel Particuler Filter)内のすすを燃焼させることを目的に制御を行うため、EGR制御またはDPF制御を行っていないときはモータ制御を止め、スロットルバルブ位置は全開位置

25      にある。したがって、1)全開位置に長い時間保持されていること、2)モータ制御を行っている状態から止めた状態、もしくはその逆の状態が存



在すること、また、3) 暴走モードが無いためにモータ通電OFF時には任意の開度で一定空気量を供給するデフォルト機構がいない点が大きく異なる。

ディーゼルエンジン用電子制御スロットル装置は、EGR制御またはDPF制御が終了すると空気流量を制御する必要がなくなり、モータ通電OFFし、リターンスプリングで最も圧力損失の少ない全開位置にスロットルバルブを戻すことになる。つまり常に制御しつづけているガソリンエンジン用の電子制御スロットル装置とは異なり、必ず制御状態から制御を止める状態、もしくは制御を止めた状態から制御を開始する状態が存在する。

10 先ず制御状態から制御を止める状態について考えると、第1の問題として、制御を止めた時に単純にモータの通電OFFまたは印加デューティを0%にし、スロットルバルブ位置を開き方向に付勢されたリターンスプリング力のみで全開位置まで戻す仕様とすると、全開ストッパと駆動機構部品が激しく衝突し、衝突音の発生および衝撃荷重によるメカ部品の寿命低下という問題が発生する。

それに対して、例えば、特開2002-256892号公報に記載のように、全開ストッパとギア間に干渉機構を設け、メカ的に衝突による問題を回避しようとする電子制御スロットル装置が知られている。

20 また、例えば、特開2003-214196号公報に記載されるように、予め設定してある所定値を任意の時間モータに印加することにより、通常制御時よりもモータを低速で動かして、制御的に衝突による問題を回避しようとする電子制御スロットル装置が知られている。

しかしながら、特開2002-256892号公報に記載の方式では、緩衝機構分のコストアップ、緩衝機構が劣化した際の効果低減および部品数25 増加による信頼性の低下という問題がある。

また、特開2003-214196号公報に記載の方式では、予め設定してある所定値を任意の時間モータに印加する制御であるため、製品個々

の応答時間等のバラツキを吸収できず、スロットルバルブが全開位置に戻ってきてもモータを動かす制御を行いつづける可能性があり、過電流でモータにダメージを与えたり、それによる過荷重がメカ部品に加わりメカ部品にダメージを与える恐れがあるという問題がある。

- 5      本発明の実施例ではこの点が解消され、信頼性が向上し、モータやメカ部品に対するダメージもなく、メカの衝突音・衝撃エネルギーを低減できる電子制御スロットル制御装置が提供される。

本実施例によれば、

- 10      (1) 上記目的を達成するために、スロットルボディに回動可能に支持されたスロットルバルブを駆動するアクチュエータと、前記スロットルバルブが全開方向に戻るように付勢力を与える単一のリターンスプリングと、前記スロットルバルブの開度を検出するスロットルポジションセンサとを有する電子スロットルボディと、前記スロットルポジションセンサにより検出された前記スロットルバルブの開度と目標開度とに応じて、前記アク
- 15      チュエータを駆動するスロットルアクチュエータコントロールユニットとを有する電子制御スロットル装置であって、前記スロットルアクチュエータコントロールユニットは、EGR制御またはDPF制御が終了した際に、前記リターンスプリングのみによって前記スロットルバルブが全開方向に移動する時間よりも長い時間で前記スロットルバルブが全開方向に移動す
- 20      るように前記アクチュエータを制御する制御手段を備えるようにしたものである。

かかる構成により、信頼性が向上し、モータやメカ部品に対するダメージもなく、メカの衝突音・衝撃エネルギーを低減し得るものとなる。

- 25      (2) 上記(1)において、好ましくは、前記制御手段は、前記スロットルバルブが全開方向に徐々に移動するような目標角度となる制御信号を前記アクチュエータに与えて、オープンループ制御するようにしたものである。

(3) 上記(2)において、好ましくは、前記制御手段は、前記アクチュエータに与えるデューティ信号のデューティを徐々に減らすようにしたものである。

5 (4) 上記(1)において、好ましくは、前記制御手段は、EGR制御またはDPF制御が終了すると、前記アクチュエータの制御状態と非制御状態とを繰り返えすようにしたものである。

(5) 上記(4)において、好ましくは、前記制御手段は、前記制御状態において、前記アクチュエータをブレーキとして動作させるようにしたものである。

10 (6) 上記(4)において、好ましくは、前記制御手段は、前記制御状態において、前記アクチュエータを回生制動状態で制御するようにしたものである。

15 (7) 上記(4)において、好ましくは、前記制御手段は、前記非制御状態において、前記アクチュエータへの通電を遮断するようにしたものである。

(8) 上記(7)において、好ましくは、前記制御手段は、前記アクチュエータに与えるデューティ信号のデューティを0%にするようにしたものである。

20 (9) 上記(4)において、好ましくは、前記制御手段は、スロットルポジションセンサ等の自己診断結果が異常の場合には、前記アクチュエータへの通電を遮断するようにしたものである。

25 (10) 上記(4)において、好ましくは、前記制御手段は、EGR制御またはDPF制御が終了と判定された後、所定時間の間、前記スロットルバルブの開度を、全開点近傍の位置に所定時間保持するように制御した後、前記アクチュエータの前記制御状態と前記非制御状態とを繰り返えすようにしたものである。

(11) 上記(1)において、好ましくは、前記制御手段は、EGR制

御またはD P F 制御が終了と判定された後、所定時間の間、前記スロットルバルブの開度を、全開点近傍の位置に所定時間保持するように制御した後、前記アクチュエータを非制御状態とするようにしたものである。

(1 2) 上記(1 1)において、好ましくは、前記制御手段は、E G R 5 制御またはD P F 制御が終了と判定された後、所定時間の間、前記スロットルバルブの開度を、全開点近傍の位置に所定時間保持するように制御した後、前記アクチュエータの制御状態と前記非制御状態とを繰り返えすようにしたものである。

(1 3) 上記(1 1)において、好ましくは、前記制御手段は、前記ス 10 ロットルバルブの目標開度が所定目標開度を越えること、且つ、前記目標開度の変化量が所定開度変化量以下であること、且つ目標開度が所定開度以上でその変化量が所定開度変化量以下でという状態が所定時間以上継続した場合に、前記E G R 制御またはD P F 制御が終了と判定するようにしたものである。

(1 4) 上記(1 2)において、好ましくは、前記制御手段は、E G R 15 制御またはD P F 制御の終了と判定した後、前記3つの条件の内少なくとも一つが満たされない場合に、再びアクチュエータ制御を開始するようにしたものである。

(1 5) 上記(1 3)において、好ましくは、前記制御手段は、再びア 20 クチュエータ制御を開始する際には、アクチュエータに印加するアクチュエータ駆動デューティ計算部の値を初期化してから、制御を開始するようにしたものである。

(1 6) 上記(1 5)において、好ましくは、前記制御手段は、アクチュエータ駆動デューティ計算部の値の初期化は、少なくとも積分項もしくは 25 はそれ相当の働きをする部分を初期化するようにしたものである。

(1 7) 上記(1)において、好ましくは、前記電子スロットルボディは、前記アクチュエータの出力軸に固定された第1のギアと、前記スロッ

トルバルブを支持するスロットルシャフトに固定された第2のギアと、前記第1のギアから前記第2のギアの駆動力を伝達する中間ギアを備え、さらに、前記中間ギアと、この中間ギアを支持する前記スロットルボディとの間に、耐摩耗性部材のワッシャを備えるようにしたものである。

- 5       (18) また、上記目的を達成するために、スロットルボディに回動可能に支持されたスロットルバルブを駆動するアクチュエータと、前記スロットルバルブが全開方向に戻るよう付勢力を与える単一のリターンスプリングと、前記スロットルバルブの開度を検出するスロットルポジションセンサとを有する電子スロットルボディと、前記スロットルポジションセンサにより検出された前記スロットルバルブの開度と目標開度とに応じて、  
10       前記アクチュエータを駆動するスロットルアクチュエータコントロールユニットとを有する電子制御スロットル装置であって、前記スロットルアクチュエータコントロールユニットは、EGR制御またはDPF制御が終了した際に、前記リターンスプリングのみによって前記スロットルバルブが  
15       全開方向に移動する時間よりも長い時間で前記スロットルバルブが全開方向に移動するように、前記スロットルバルブが全開方向に徐々に移動するような目標角度となる制御信号を前記アクチュエータに与えて、オープンループ制御する制御手段を備えるようにしたものである。

- かかる構成により、信頼性が向上し、モータやメカ部品に対するダメージもなく、メカの衝突音・衝撃エネルギーを低減し得るものとなる。  
20

- (19) また、上記目的を達成するために、スロットルボディに回動可能に支持されたスロットルバルブを駆動するアクチュエータと、前記スロットルバルブが全開方向に戻るよう付勢力を与える単一のリターンスプリングと、前記スロットルバルブの開度を検出するスロットルポジションセンサとを有する電子スロットルボディと、前記スロットルポジションセンサにより検出された前記スロットルバルブの開度と目標開度とに応じて、  
25       前記アクチュエータを駆動するスロットルアクチュエータコントロールユ

ニットとを有する電子制御スロットル装置であって、前記スロットルアクチュエータコントロールユニットは、EGR制御またはDPF制御が終了した際に、前記リターンスプリングのみによって前記スロットルバルブが全開方向に移動する時間よりも長い時間で前記スロットルバルブが全開方向に移動するように、EGR制御またはDPF制御が終了すると、前記アクチュエータの制御状態と非制御状態とを繰り返えす制御手段を備えるようにしたものである。

かかる構成により、信頼性が向上し、モータやメカ部品に対するダメージもなく、メカの衝突音・衝撃エネルギーを低減し得るものとなる。

10 (20) また、上記目的を達成するために、スロットルボディに回動可能に支持されたスロットルバルブを駆動するアクチュエータと、前記スロットルバルブが全開方向に戻るよう付勢力を与える単一のリターンスプリングと、前記スロットルバルブの開度を検出するスロットルポジションセンサとを有する電子スロットルボディと、前記スロットルポジションセンサにより検出された前記スロットルバルブの開度と目標開度とに応じて、  
15 前記アクチュエータを駆動するスロットルアクチュエータコントロールユニットとを有する電子制御スロットル装置であって、前記スロットルアクチュエータコントロールユニットは、EGR制御またはDPF制御が終了した際に、前記リターンスプリングのみによって前記スロットルバルブが  
20 全開方向に移動する時間よりも長い時間で前記スロットルバルブが全開方向に移動するように、EGR制御またはDPF制御が終了と判定された後、所定時間の間、前記スロットルバルブの開度を、全開点近傍の位置に所定時間保持するように制御した後、前記アクチュエータの前記制御状態と前記非制御状態とを繰り返えす制御手段を備えるようにしたものである。

25 かかる構成により、信頼性が向上し、モータやメカ部品に対するダメージもなく、メカの衝突音・衝撃エネルギーを低減し得るものとなる。

(21) また、上記目的を達成するために、スロットルボディに回動可

能に支持されたスロットルバルブを駆動するアクチュエータと、前記スロットルバルブが全開方向に戻るように付勢力を与える単一のリターンスプリングと、前記スロットルバルブの開度を検出するスロットルポジションセンサとを有する電子スロットルボディと、前記スロットルポジションセンサにより検出された前記スロットルバルブの開度と目標開度とに応じて、前記アクチュエータを駆動するスロットルアクチュエータコントロールユニットとを有する電子制御スロットル装置であって、前記スロットルアクチュエータコントロールユニットは、EGR制御またはDPF制御が終了した際に、前記リターンスプリングのみによって前記スロットルバルブが全開方向に移動する時間よりも長い時間で前記スロットルバルブが全開方向に移動するように、EGR制御またはDPF制御が終了と判定された後、所定時間の間、前記スロットルバルブの開度を、全開点近傍の位置に所定時間保持するように制御した後、前記アクチュエータを非制御状態とする制御手段を備えるようにしたものである。

かかる構成により、信頼性が向上し、モータやメカ部品に対するダメージもなく、メカの衝突音・衝撃エネルギーを低減し得るものとなる。

(22) また、上記目的を達成するために、スロットルボディに回動可能に支持されたスロットルバルブを駆動するアクチュエータと、前記スロットルバルブが全開方向に戻るように付勢力を与える単一のリターンスプリングと、前記スロットルバルブの開度を検出するスロットルポジションセンサとを有する電子スロットルボディと、前記スロットルポジションセンサにより検出された前記スロットルバルブの開度と目標開度とに応じて、前記アクチュエータを駆動するスロットルアクチュエータコントロールユニットとを有する電子制御スロットル装置であって、前記電子スロットルボディは、前記アクチュエータの出力軸に固定された第1のギアと、前記スロットルバルブを支持するスロットルシャフトに固定された第2のギアと、前記第1のギアから前記第2のギアの駆動力を伝達する中間ギアを備

え、さらに、前記中間ギアと、この中間ギアを支持する前記スロットルボディとの間に、耐摩耗性部材のワッシャを備えるようにしたものである。

以下に本発明が適用されるEGRガス制御システムについて説明する。

図10は、本発明が適用される一実施形態による内燃機関の排気ガス還  
5 流システムの構成を示す。

エンジンに吸入される空気は、エアクリーナ41において吸気中の塵を除去される。そして、吸気流量検出器42によって、吸気流量G1が検出される。検出された吸気流量G1の信号は、エンジンコントロールユニット(ECU)421および排気ガス環流コントローラ(EGRCONT)42  
10 0に入力する。吸気は、ターボチャージャーのコンプレッサ43にて加圧され、吸気管44を通過し、吸気流量制御弁45で流量若しくは圧力が制御される。吸気は、さらに、吸気マニホールド6に流入し、エンジン47の各気筒に分配される。

吸気流量制御弁45の開度は、排気ガス環流コントローラ420から出力される吸気流量制御信号CTHによって制御される。吸気流量制御弁45  
15 はモータで駆動される例えば、バタフライ式の弁であり、バタフライ弁の開度信号が検出され、開度信号 $\theta$ THとして、排気ガス環流コントローラ420に取り込まれる。

エンジン47に設けられた燃料噴射弁419からは、エンジン47のシ  
20 リンダに燃焼用燃料が供給される。燃料噴射弁419への燃料供給は、燃料配管418を介して燃料ポンプ417が行われる。また、燃料噴射弁419の噴射量は、ECU421によって制御され、ECU421は、燃料噴射量信号FINJを燃料噴射弁419に供給する。

エンジン47で燃焼が終了した排気は、排気マニホールド48により集  
25 合され、ターボチャージャーのタービン49を通過した後、触媒410、排気管411を通過して大気中に排気される。排気マニホールド48には分岐部412が設けられており、エンジン47からの排気ガスの一部が分岐



される。分岐された排気ガスは、還流ガスとして、還流管 4 1 3 a で導かれる。環流管 4 1 3 a には、還流ガス冷却器 4 1 4 が設けられている。還流ガス冷却器 4 1 4 によって冷却された還流ガスは、還流管 4 1 3 b, 還流ガス制御弁 4 1 6 を通過し、吸気マニホールド 4 6 に還流する。

- 5 還流ガス制御弁 4 1 6 の開度は、排気ガス環流コントローラ 4 2 0 から出力される環流ガス制御弁 4 1 6 の開度制御信号 CEG によって制御される。環流ガス制御弁 4 1 6 は、例えば、シートバルブ式の弁であり、シートバルブのストローク量が検出され、ストローク信号 S TEG として、排気ガス環流コントローラ 4 2 0 に取り込まれる。環流ガス制御弁 4 1 6 として、例えば、バタフライ式の弁を用いる場合には、バタフライ弁の開度信号が、排気ガス環流コントローラ 4 2 0 に取り込まれる。

- 10 還流管 4 1 3 b には、還流ガス流量検出器 4 1 5 が設けられており還流管内部を流れる還流ガス流量 G 2 を測定する。測定された環流ガス流量 G 2 は、排気ガス環流コントローラ 4 2 0 に入力する。なお、還流ガス冷却器 4 1 4 は、還流ガスの温度を下げるため設けられているが、省略することも可能である。

- 20 ECU 4 2 1 には、エンジン 7 の回転数信号 NE や、吸気流量検出器 2 からの吸気流量信号 G 1 等のほか図示されないエンジンや車両の状態を示す信号が入力する。ECU 2 1 は、これらの信号に基づいて演算等を行い、各種デバイスへ制御指令値として各種デバイスに送る。ECU 4 2 1 は、エンジン 7 の回転数信号 NE や吸気流量信号 G 1 等の信号に基づいてエンジン 4 7 の運転状態を判定する。ECU 4 2 1 は、この運転状態に応じて、還流ガス還流率指令値 R SET を排気ガス環流コントローラ 4 2 0 に出力する。

- 25 排気ガス環流コントローラ 4 2 0 は、吸気流量 G 1 と環流ガス流量 G 2 とから排気ガスの環流率 R を求める。そして、排気ガス環流コントローラ 4 2 0 は、求められた環流率 R が還流ガス還流率指令値 R SET と一致する

ように、吸気流量制御弁 4 5 および／または還流ガス制御弁 4 1 6 A の開度をフィードバック制御する。すなわち、本実施形態では、排気ガスの環流量が目標値となるように、還流ガス制御弁 4 1 6 だけでなく、吸気流量制御弁 4 5 をも制御する点に特徴がある。

- 5      次に、図 1 1 および図 1 2 を用いて、本実施形態による内燃機関の排気ガス還流装置における排気ガス環流コントローラの制御内容について説明する。

図 1 1 は、本発明が適用される内燃機関の排気ガス還流装置の制御系のブロック図である。図 1 2 は、本発明が適用される内燃機関の排気ガス還  
10 流装置における排気ガス環流コントローラの制御内容を示すフローチャートである。なお、図 1 0 と同一符号は、同一部分を示している。

図 1 1 に示すように、排気ガス環流コントローラ 4 2 0 には、E C U 4 2 1 が出力する還流ガス還流率指令値 R S E T, 吸気流量検出器 4 2 によって検出された吸気流量信号 G 1 および還流ガス流量検出器 4 1 5 によって検  
15 出された還流ガス流量 G 2 が入力する。排気ガス環流コントローラ 4 2 0 は、排気ガスの環流率 R が目標値 R S E T となるように、還流ガス制御弁 4 1 6 に開度制御信号 C E G を出力し、吸気流量制御弁 5 に吸気流量制御信号 C T H を出力し、これらの弁 4 1 6, 4 5 を制御する。なお、排気ガス環流コントローラ 4 2 0 は、排気ガスの環流率 R を、吸気流量信号 G 1 および  
20 還流ガス流量 G 2 から、 $(G 2 / (G 1 + G 2))$  として算出する。

なお、以下の説明において、吸気流量制御弁 4 5 の応答性が、還流ガス制御弁 4 1 6 の応答性よりも早いものとする。具体的には、吸気流量制御弁 4 5 は、例えば、ボア径が 5 0 φ のバタフライ弁とし、還流ガス制御弁 4 1 6 が、例えば、シート径が 3 0 φ のシート弁とすると、このとき、吸  
25 気流量制御弁 4 5 の応答性が、還流ガス制御弁 4 1 6 の応答性よりも早いものとなる。

次に、図 1 2 を用いて、排気ガス環流コントローラの制御内容について

説明する。なお、以下の制御内容は、全て排気ガス環流コントローラ 4 2 0 によって実行される。

図 1 2 のステップ s 5 0 0 において、排気ガス環流コントローラ 4 2 0 は、吸気流量信号 G 1 および還流ガス流量 G 2 から、排気ガスの環流率 R  
5 を、 $(G 2 / (G 1 + G 2))$  として算出する。

次に、ステップ s 5 1 0 において、E C U 4 2 1 から入力した排気ガスの環流率 R の目標値 R SET の変化分  $\Delta R SET$  が、予め設定されている基準値  $\Delta R 0$  よりも大きいか否かを判定する。変化分  $\Delta R SET$  が、基準値  $\Delta R 0$  よりも大きい場合には、ステップ s 5 2 0 に進み、そうでない場合にはステ  
10 ップ s 5 5 0 に進む。すなわち、ステップ s 5 1 0 では、排気ガスの環流率 R の目標値 R SET が大きく変化したか否かを判定する。内燃機関の過渡的な運転条件変化があり、排気ガス中の有害物質低減のため、排気ガス還流率を急変する必要が生じたか否かを判定する。

変化分  $\Delta R SET$  が基準値  $\Delta R 0$  よりも大きい場合、すなわち、排気ガス還  
15 流率を急変する必要が生じた場合には、ステップ s 5 2 0 において、ステップ s 5 1 0 で算出された排気ガスの環流率 R が、排気ガスの環流率 R の目標値 R SET と等しいか否かを判定する。

環流率 R が目標値 R SET より大きい場合には、ステップ s 5 3 0 において、吸気流量制御弁 4 5 に出力する開度制御信号 C TH を減少させ、吸気流量  
20 制御弁 5 の開度が小さくなるように制御する。そして、ステップ s 5 2 0 に戻り、環流率 R が目標値 R SET に等しくなるまで繰り返される。

一方、環流率 R が目標値 R SET より小さい場合には、ステップ s 5 4 0 において、吸気流量制御弁 4 5 に出力する開度制御信号 C TH を増加させ、吸気流量制御弁 4 5 の開度が大きくなるように制御する。そして、ステッ  
25 プ s 5 2 0 に戻り、環流率 R が目標値 R SET に等しくなるまで繰り返される。

以上のように、ステップ s 5 2 0, s 5 3 0, 5 4 0 の処理を繰り返す

ことにより、環流率  $R$  が目標値  $R_{SET}$  に等しくなるまでフィードバック制御される。このとき、吸気流量制御弁 5 の応答性が、還流ガス制御弁 4 1 6 の応答性よりも早いものとしているので、排気ガス還流率を急変する必要が生じた場合でも、速やかに排気ガス環流率を所定の目標値に変更することが可能となる。

一方、ステップ  $s\ 5\ 1\ 0$  の判定で、変化分  $\Delta R_{SET}$  が基準値  $\Delta R_0$  以下と判定された場合、すなわち、排気ガス還流率の変化がそれほど大きくない場合には、ステップ  $s\ 5\ 5\ 0$  において、ステップ  $s\ 5\ 1\ 0$  で算出された排気ガスの環流率  $R$  が、排気ガスの環流率  $R$  の目標値  $R_{SET}$  と等しいか否かを判定する。

環流率  $R$  が目標値  $R_{SET}$  より大きい場合には、ステップ  $s\ 5\ 6\ 0$  において、還流ガス制御弁 4 1 6 に出力する開度制御信号  $CEG$  を減少させ、還流ガス制御弁 4 1 6 の開度が小さくなるように制御する。そして、ステップ  $s\ 5\ 5\ 0$  に戻り、環流率  $R$  が目標値  $R_{SET}$  に等しくなるまで繰り返される。

一方、環流率  $R$  が目標値  $R_{SET}$  より小さい場合には、ステップ  $s\ 5\ 7\ 0$  において、還流ガス制御弁 4 1 6 に出力する開度制御信号  $CEG$  を増加させ、還流ガス制御弁 4 1 6 の開度が大きくなるように制御する。そして、ステップ  $s\ 5\ 5\ 0$  に戻り、環流率  $R$  が目標値  $R_{SET}$  に等しくなるまで繰り返される。

以上のように、ステップ  $s\ 5\ 5\ 0$ 、 $s\ 5\ 6\ 0$ 、 $s\ 5\ 7\ 0$  の処理を繰り返すことにより、環流率  $R$  が目標値  $R_{SET}$  に等しくなるまでフィードバック制御される。このとき、還流ガス制御弁 4 1 6 の応答性は、吸気流量制御弁 4 5 の応答性よりも遅いものであるということは、より微妙な開度制御が可能であり、正確に、排気ガス環流率を所定の目標値に変更することが可

能となる。

なお、以上の説明では、吸気流量制御弁 5 の応答性が、還流ガス制御弁 4 1 6 の応答性よりも早いものとしたが、逆に、還流ガス制御弁 4 1 6 の

応答性が、吸気流量制御弁 4 5 の応答性よりも早い場合もある。具体的には、吸気流量制御弁 4 5 は、例えば、ボア径が 30 φ のバタフライ弁とし、還流ガス制御弁 4 1 6 が、例えば、シート径が 50 φ のシート弁とすると、このとき、還流ガス制御弁 4 1 6 の応答性が、吸気流量制御弁 4 5 の応答性よりも早いものとなる。このような場合には、排気ガス還流率を急変する必要がある場合には、応答性の早い還流ガス制御弁 4 1 6 を制御し、急変が不要の場合には、応答性の遅い吸気流量制御弁 4 5 を制御して制御精度が向上するようにする。

10 以上のようにして、排気ガス還流率を急変する必要がある場合には、応答性の早い方の制御弁を制御することにより、急激な変化にも対応でき、一方、急変が不要な場合には、応答性の遅い方の制御弁を制御することにより、制御精度を向上することができる。

15 以上説明した排気ガス還流率を急変する必要がある場合の吸気流量制御弁 4 5 の応答性と還流ガス制御弁 4 1 6 の応答性との関係は先出の実施例のように還流ガス制御弁 4 1 6 がバタフライ弁であっても、また、その取付け位置が先出の実施例のように吸気通路の仲に配置されている場合においても同様である。

20 次に、図 1 3 を用いて、本実施形態による内燃機関の排気ガス還流装置における排気ガス環流コントローラのフィードバック制御方法について説明する。

図 1 3 は、本発明の一実施形態による内燃機関の排気ガス還流装置において、エンジン 7 の吸気側の吸気流量制御弁 4 5 から排気側のターボチャージャーのタービン 4 9 までをモデル化した図である。なお、図 1 0 と同一符号は、同一部分を示している。

25 図 1 3 において、吸気流量制御弁 5 を通過する流量と圧力をそれぞれ  $G_1$ ,  $p_1$  とし、ターボチャージャーのタービン 9 を通過する流量と圧力をそれぞれ  $G_3$ ,  $p_3$  とし、還流ガス制御弁 4 1 6 においてエンジン 7 を基準にして

エンジン 4 7 の排気側である還流管 4 1 3 a を通過する流量と圧力をそれぞれ  $G_2$ ,  $p_2$  とすると、この系の関係は、以下の式 (1), 式 (2), 式 (3) の連立方程式で表わすことができる。

$$5 \quad G_1 + G_2 = G_3 = f_3(n_e, \eta_v, p_2) \quad \dots (1)$$

$$G_1 = f_1(p_1, p_2, \zeta) \quad \dots (2)$$

$$G_2 = f_2(p_2, p_3, \zeta') \quad \dots (3)$$

ここで、 $n_e$  : エンジン回転数、 $\eta$  : エンジンの体積効率、 $v$  : エンジン  
 10 排気量、 $p_1$  : 吸気圧力、 $p_2$  : エンジンの背圧、 $p_3$  : ターボチャージャーのタービン背圧、 $\zeta$  : 吸気流量制御弁損失係数、 $\zeta'$  : 還流ガス制御弁損失係数、 $f_1$  : 吸気流量制御弁流量特性、 $f_2$  : 還流ガス制御弁流量特性である。

一方、還流ガス還流率  $R$  は、上述したように、 $R = G_2 / (G_1 + G_2)$   
 15 で与えられる。つまり、吸気流量制御弁 5 を通過する流量  $G_1$  と還流ガス制御弁を通過する流量  $G_2$  の値が求まれば一義的に確定する。

ここで、式 (2) で示される通り、吸気流量制御弁 5 を通過する流量  $G_1$  は、損失係数  $\zeta$ 、つまり吸気流量制御弁 5 弁の開度により制御可能である。同様に、式 (3) で示される通り、還流ガス制御弁 4 1 6 を通過する  
 20 流量  $G_2$  は、損失係数  $\zeta'$ 、つまり還流ガス制御弁 4 1 6 の弁開度により制御可能である。つまり、流量  $G_1$ ,  $G_2$  の値を基に、吸気流量制御弁 4 5 の弁開度と還流ガス制御弁 4 1 6 の弁開度との指令系にフィードバック系を組むことにより、還流ガス還流率  $R$  を制御できることになる。

さらに、この場合予め吸気流量制御弁 4 5 および還流ガス制御弁 4 1 6  
 25 の流量特性を把握して置くことにより、制御速度の向上が可能となる。すなわち、例えば、吸気流量制御弁 4 5 を駆動して吸気流量を変化させた場合の単位時間当たりの流量変化分と、還流ガス制御弁 4 1 6 を駆動して吸

気流量を変化させた場合の単位時間当たりの流量変化分とを予め把握する。そして、吸気流量制御弁 4 5 を駆動して吸気流量を変化させた場合の単位時間当たりの流量変化分が、還流ガス制御弁 4 1 6 を駆動して吸気流量を変化させた場合の単位時間当たりの流量変化分よりも早い場合、すなわち、

5 吸気流量制御弁 4 5 の応答性が還流ガス制御弁 4 1 6 の応答性よりも早い場合には、排気ガス還流率を急変する必要がある場合には、吸気流量制御弁 4 5 を制御することにより、速やかに排気ガス環流率を所定の目標値に変更することが可能となり、制御速度が向上する。

次に、図 1 4 および図 1 5 を用いて、本実施形態による内燃機関の排気

10 ガス還流装置に用いる還流ガス流量検出器 4 1 5 の構成について説明する。

図 1 4 は、本発明が用いられる内燃機関の排気ガス還流システムに用いる還流ガス流量検出器の第 1 の構成を示す部分断面図である。図 1 5 は、本発明が用いられる内燃機関の排気ガス還流システムに用いる還流ガス流量検出器の第 2 の構成を示す部分断面図である。

15 図 1 4 に示す還流ガス流量検出器 4 1 5 は、環流管内部の圧力により、環流ガス流量を測定するものである。還流管 1 3 b の内壁面の一部には、絞り部 1 5 3 が形成されている。低圧側圧力検知器 1 5 2 は、絞り部 1 5 3 に検知部が開くように設けられている。高圧側圧力検知器 1 5 1 は、絞り部 1 5 3 が設けられていない場所の環流管 4 1 3 b に検知部が開くように設けられている。低圧側圧力検知器 1 5 2 と、高圧側圧力検知器

20 1 5 1 とにより、還流管 4 1 3 b の内部の圧力を測定する。低圧側圧力検知器 1 5 2 は、絞り部 1 5 3 に設けられることにより、ベルヌーイの定理によるベンチュリ効果を利用することができる。排気ガス環流コントローラ 4 2 0 は、2 個の圧力検知器 1 5 1, 1 5 2 の圧力差から、還流管 4 1

25 3 b の内部の還流ガス流量  $G_2$  を検知することができる。さらに、環流管 4 1 3 b の内部を流れる環流ガスの温度を検出する温度センサ 4 1 5 4 を備えている。排気ガス環流コントローラ 4 2 0 は、圧力検知器 1 5 1, 1

5 2の圧力差から求められた還流ガス流量 $G_2$ を、温度センサ154によって検出された環流ガス温度によって補正する。なお、還流ガス流量検出器415の内部に、圧力検知器151、152の圧力差から還流ガス流量 $G_2$ を求め、さらに、温度センサ154によって検出された環流ガス温度  
5 によって補正するための回路素子を備え、還流ガス流量検出器154が、環流ガス流量 $G_2$ の検出信号を排気ガス環流コントローラ420に出力するようにしてもよいものである。

図15に示す還流ガス流量検出器415Aは、熱線式検知器により、環流ガス流量を測定するものである。還流ガス流量検出器156は、還流管  
10 413bの壁面に設置されている。また、還流ガス流量検出器156には、検知エレメント157が設けられており、還流管413Bの内部の還流ガス流量を測定している。検知エレメント157には電流が流され、一定温度となるように加熱されている。環流ガスの流量に応じて、検知エレメント157から奪われる熱量が変化する。このとき、検知エレメント157  
15 の温度が一定となるように制御することにより、検知エレメント157を流れる電流が環流ガス流量を示す信号となる。この方式では、熱線式検知器を用いるので、質量流量つまり $G_2$ を直接測定することができる。

以上は、還流ガス流量検出器415の構成の説明であるが、吸気流量検出器2としても、図14に示した圧力を検知する方式のものや、図15に  
20 示した熱線式のものを用いることができる。

次に、図16および図17を用いて、本実施形態による内燃機関の排気ガス還流装置に用いる吸気流量制御弁45の特性について説明する。

図16、図17は、本発明の一実施形態による内燃機関の排気ガス還流装置に用いる吸気流量制御弁の駆動方式の違いによる特性を示す図である。  
25 図16、図17において、横軸は時間を示し、縦軸は吸気流量制御弁の弁開度を示している。縦軸の弁開度は、最大開度のときを100%として、百分率で示している。



図 1 6 において、実線 X 1 は、吸気流量制御弁 4 5 として、電子制御方式のスロットルアクチュエータを用いた場合の弁開度の特性を示している。実線 X 2 は、吸気流量制御弁 4 5 として、負圧式のスロットルアクチュエータを用いた場合の弁開度の特性を示している。

- 5 実線 X 2 で示す負圧式アクチュエータでは、弁開度 A と全開点である B のみの 2 開度しか制御できず還流ガス還流率を前述のフィードバック制御するのが困難である。

- 一方、実線 X 1 で示すように、電子制御方式のスロットルアクチュエータを用いた場合、弁開度 0 から全開点 B まで無段階に制御可能であり、フィードバック制御を容易に実現できる。よって、本実施形態に用いる吸気流量制御弁 4 5 としては、電子制御方式のスロットルアクチュエータを用いるのが好適である。
- 10

- 次に、図 1 7 は、電子制御方式のスロットルアクチュエータの駆動方式の違いによる特性の違いを説明している。実線 Y 1 は、直流電動機によりスロットルバルブを駆動する方式のスロットルアクチュエータにおける応答性を示している。実線 Y 2 は、ステップモータによりスロットルバルブを駆動する方式のスロットルアクチュエータにおける応答性を示している。
- 15

- ステップモータは、駆動パルスに応じた回転をするためオープンループ制御が可能であるが、図中の実線 Y 2 で示す特性のように、直流電動機方式に比べて応答速度が遅いものである。一般にステップモータは脱調を回避する等の制約から高速化が困難であり、高速化を求める場合ステップモータの大型化ひいてはコスト高を招くものである。
- 20

- これに対して、直流電動機は、小型で高回転タイプの物が容易に入手でき、さらに、位置のフィードバック制御を行うことで、小型、高速で低コストの駆動原として好適である。
- 25

また、制御分解能の観点で見た場合、ステップモータでは駆動ステップが制御分解能となり、高速化と相反する。一方、直流電動機方式の場合、

フィードバック制御に用いる位置検出センサの分解能により決まり、ポテンシオメータ等の連続出力方式のものを使用すれば容易に高分解能なフィードバック系が成立する。

したがって、電子制御方式のスロットルアクチュエータの駆動源としては、直流電動機が好適である。なお、ブラシレスモータを採用した場合でも、直流電動機と同様な結果が得られる。

以上説明したように、本実施形態によれば、排気ガス還流率を急変する必要が生じた場合でも、応答性の早い方の制御弁を制御することにより、急激な変化にも対応でき、一方、急変が不要な場合には、応答性の遅い方の制御弁を制御することにより、制御精度を向上することができる。

次に、図 18～図 20 を用いて、本発明の他の実施形態による内燃機関の排気ガス還流装置の構成および動作について説明する。なお、本実施形態による内燃機関の排気ガス還流装置を用いたエンジンシステムの構成は、図 10 に示したものと同様である。

図 18 は、本発明の他の実施形態による内燃機関の排気ガス還流装置の制御系のブロック図である。なお、図 10 と同一符号は、同一部分を示している。図 19 は、本発明の他の実施形態による内燃機関の排気ガス還流装置に用いるマップの構成図である。図 20 は、本発明の他の実施形態による内燃機関の排気ガス還流装置における排気ガス環流コントローラの制御内容を示すフローチャートである。なお、図 12 と同一符号は、同一部分を示している。

図 18 に示すように、本実施形態では、排気ガス環流コントローラ 420 A は、その内部に 3 次元マップ 420 B を備えている。排気ガス環流コントローラ 420 A には、ECU 421 が出力する還流ガス還流率指令値 R SET, 吸気流量検出器 2 によって検出された吸気流量信号 G 1, 還流ガス流量検出器 415 によって検出された還流ガス流量 G 2, 吸気流量制御弁 5 からの開度信号  $\theta$  TH および還流ガス制御弁 416 からのストローク信

号 S T E G が入力する。

排気ガス環流コントローラ 4 2 0 A は、排気ガスの環流率 R を、吸気流量信号 G 1 および還流ガス流量 G 2 から、 $(G 2 / (G 1 + G 2))$  として算出する。排気ガス環流コントローラ 4 2 0 A は、排気ガスの環流率 R が目標値 R S E T となるように、最初にマップ 4 2 0 B を用いて、還流ガス  
5 制御弁 1 6 に開度制御信号 C E G や、吸気流量制御弁 5 に吸気流量制御信号 C T H を出力し、さらに、フィードバック制御により、還流ガス制御弁 4 1 6 に開度制御信号 C E G を出力し、吸気流量制御弁 4 5 に吸気流量制御信号 C T H を出力し、これらの弁 4 1 6, 4 5 を制御する。

- 10 次に、図 1 9 を用いて、3 次元マップ 4 2 0 B の内容について説明する。マップ 4 2 0 B は、新気通路開度  $\theta_{TH}$  (%) と、環流通路開度 S T E G (%) と、環流率 R (%) との 3 次元マップである。新気通路開度  $\theta_{TH}$  (%) は、吸気流量制御弁 4 5 がバタフライ式の弁の場合、最大開度を 1 0 0 % として、開度信号  $\theta_{TH}$  を百分率で示したものである。環流通路開度 S T E G (%)  
15 は、環流ガス制御弁 4 1 6 がシートバルブ式の弁の場合、シートバルブの最大ストローク量を 1 0 0 % として、ストローク信号 S T E G を百分率で示したものである。

ここで先出の実施例のように環流ガス制御弁 4 1 6 がバタフライ式の弁の場合は、吸気流量制御弁 4 5 の場合と同様、最大開度を 1 0 0 % として、

- 20 開度信号  $\theta_{TH}$  を百分率で示すことになる

図 1 9 は、あるエンジンの運転状態時において、上述した式 (1), 式 (2), 式 (3) を解いた結果を示している。ここでは、図示の関係で、吸気流量制御弁 4 5 の指示範囲は開度 5 % から 2 5 % まで、同様に還流ガス制御弁 4 1 4 の指示範囲は開度 0 % から 6 0 % までとなっている。3 次元  
25 元のマップ上の格子点は、還流ガス還流率を満足する吸気流量制御弁 5 弁および還流ガス制御弁の弁開度の関係を示している。3 次元マップ 4 2 0 B は、エンジンの各運転状態に対応する複数の 3 次元マップを設けている。

そして、エンジンの運転状態に応じたマップを使用して、そのマップ上の格子点を選ぶことにより、オープンループ制御によっても還流ガス還流率を制御することもできる。

ここで、図 19 に示した吸気流量制御弁 5 と還流ガス制御弁 4 1 6 の弁開度変化に対するガス還流率の変化を見た場合、吸気流量制御弁 4 5 の開度変化に対するガス還流率の変化割合の方が、吸気流量制御弁 5 の開度変化に対するガス還流率の変化割合よりも大きくなっている。さらに、電子制御方式のスロットルアクチュエータでは弁開度が 0 % から 1 0 0 % まで動作するのに 1 0 0 msec 以下のものが実用化されており、図 19 中の 5 % から 2 5 % の領域は 2 0 msec 程度で動作可能である。従って、図 19 に示した例では、吸気流量制御弁 4 5 の応答性が、還流ガス制御弁 4 1 6 の応答性よりも早く、還流ガス還流率指令値  $R_{SET}$  が、例えばパルスの急変した場合でも、電子制御方式のスロットルアクチュエータである吸気流量制御弁 5 を主にして動作させれば、パルスの指令値の変動にも対応できる。すなわち、過渡的なエンジン運転状態の変化にも対応できる。

次に、図 20 を用いて、排気ガス環流コントローラ 4 2 0 B の制御内容について説明する。なお、以下の制御内容は、全て排気ガス環流コントローラ 4 2 0 B によって実行される。また、図 1 2 と同一ステップ番号は、同一の処理内容を示している。本実施形態では、図 1 2 の処理に対して、ステップ s 6 1 0 ~ s 6 4 0 の処理が追加されている。

図 20 のステップ s 5 0 0 において、排気ガス環流コントローラ 4 2 0 B は、吸気流量信号  $G_1$  および還流ガス流量  $G_2$  から、排気ガスの環流率  $R$  を、 $(G_2 / (G_1 + G_2))$  として算出する。

次に、ステップ s 5 1 0 において、ECU 4 2 1 から入力した排気ガスの環流率  $R$  の目標値  $R_{SET}$  の変化分  $\Delta R_{SET}$  が、予め設定されている基準値  $\Delta R_0$  よりも大きいかな否かを判定する。変化分  $\Delta R_{SET}$  が、基準値  $\Delta R_0$  よりも大きい場合には、ステップ s 6 1 0 に進み、そうでない場合にはステ

ステップ s 6 3 0 に進む。すなわち、ステップ s 5 1 0 では、排気ガスの環流率  $R$  の目標値  $R_{SET}$  が大きく変化したか否かを判定する。内燃機関の過渡的な運転条件変化があり、排気ガス中の有害物質低減のため、排気ガス還流率を急変する必要が生じたか否かを判定する。

5 変化分  $\Delta R_{SET}$  が基準値  $\Delta R_0$  よりも大きい場合、すなわち、排気ガス還流率を急変する必要が生じた場合には、ステップ s 6 1 0 において、そのときのエンジンの運転状態に応じた 3 次元マップ 4 2 0 B を用いて、還流ガス還流率指令値  $R_{SET}$  に対応する環流率  $R$  と、環流通路開度  $S_{TEG}$  (%) とから、目標とする新気通路開度  $\theta_{TH}$  (%) を求める。

10 そして、ステップ s 6 2 0 において、目標とする新気通路開度  $\theta_{TH}$  (%) となるための開度制御信号  $C_{TH}$  を吸気流量制御弁 5 に出力して、吸気流量制御弁 4 5 の開度が目標とする新気通路開度  $\theta_{TH}$  (%) となるように、オープンループで制御する。このように、オープンループで新気通路開度  $\theta_{TH}$  (%) となるように、吸気流量制御弁 4 5 の開度を制御することで速やかに目標とする新気通路開度  $\theta_{TH}$  (%) 付近に制御することができる。

15 次に、ステップ s 5 2 0 において、ステップ s 5 1 0 で算出された排気ガスの環流率  $R$  が、排気ガスの環流率  $R$  の目標値  $R_{SET}$  と等しいか否かを判定する。

20 環流率  $R$  が目標値  $R_{SET}$  より大きい場合には、ステップ s 5 3 0 において、吸気流量制御弁 4 5 に出力する開度制御信号  $C_{TH}$  を減少させ、吸気流量制御弁 5 の開度が小さくなるように制御する。そして、ステップ s 5 2 0 に戻り、環流率  $R$  が目標値  $R_{SET}$  に等しくなるまで繰り返される。

一方、環流率  $R$  が目標値  $R_{SET}$  より小さい場合には、ステップ s 5 4 0 において、吸気流量制御弁 4 5 に出力する開度制御信号  $C_{TH}$  を増加させ、25 吸気流量制御弁 4 5 の開度が大きくなるように制御する。そして、ステップ s 5 2 0 に戻り、環流率  $R$  が目標値  $R_{SET}$  に等しくなるまで繰り返される。

5 以上のように、ステップ s 5 2 0, s 5 3 0, 5 4 0 の処理を繰り返すことにより、環流率 R が目標値 R SET に等しくなるまでフィードバック制御される。以上のように、吸気流量制御弁 4 5 の応答性が、還流ガス制御弁 4 1 6 の応答性よりも早いので、排気ガス還流率を急変する必要が生じた場合でも、速やかに排気ガス環流率を所定の目標値に変更することが可能となる。

10 一方、ステップ s 5 1 0 の判定で、変化分  $\Delta R$  SET が基準値  $\Delta R$  0 以下と判定された場合、すなわち、排気ガス還流率の変化がそれほど大きくない場合には、ステップ s 6 3 0 において、そのときのエンジンの運転状態に対応した 3 次元マップ 4 2 0 B を用いて、還流ガス還流率指令値 R SET に対応する環流率 R と、新気通路開度  $\theta$  TH (%) とから、目標とする環流通路開度 S TEG (%) を求める。

15 そして、ステップ s 2 4 0 において、目標とする環流通路開度 S TEG (%) となるための開度制御信号 CEG を還流ガス制御弁 4 1 6 に出力して、還流ガス制御弁 4 1 6 の開度が目標とする環流通路開度 S TEG (%) となるように、オープンループで制御する。

次に、ステップ s 5 5 0 において、ステップ s 5 1 0 で算出された排気ガスの環流率 R が、排気ガスの環流率 R の目標値 R SET と等しいか否かを判定する。

20 環流率 R が目標値 R SET より大きい場合には、ステップ s 5 6 0 において、還流ガス制御弁 4 1 6 に出力する開度制御信号 CEG を減少させ、還流ガス制御弁 4 1 6 の開度が小さくなるように制御する。そして、ステップ s 5 5 0 に戻り、環流率 R が目標値 R SET に等しくなるまで繰り返される。

25 一方、環流率 R が目標値 R SET より小さい場合には、ステップ s 5 7 0 において、還流ガス制御弁 4 1 6 に出力する開度制御信号 CEG を増加させ、還流ガス制御弁 4 1 6 の開度が大きくなるように制御する。そして、ステップ s 5 5 0 に戻り、環流率 R が目標値 R SET に等しくなるまで繰り返さ

れる。

5 以上のように、ステップ s 5 5 0, s 5 6 0, 5 7 0 の処理を繰り返すことにより、環流率 R が目標値 R SET に等しくなるまでフィードバック制御される。このとき、還流ガス制御弁 4 1 6 の応答性は、吸気流量制御弁 4 5 の応答性よりも遅いものであるということは、より微妙な開度制御が可能であり、正確に、排気ガス環流率を所定の目標値に変更することが可能となる。

10 なお、以上の説明では、吸気流量制御弁 4 5 の応答性が、還流ガス制御弁 4 1 6 の応答性よりも早いものとしたが、逆に、還流ガス制御弁 4 1 6 の応答性が、吸気流量制御弁 4 5 の応答性よりも早い場合もある。このような場合には、排気ガス還流率を急変する必要がある場合には、応答性の早い還流ガス制御弁 4 1 6 を最初にオープンループで制御し、次にフィードバック制御し、急変が不要の場合には、応答性の遅い吸気流量制御弁 5 を制御して制御精度が向上するようにする。

15 以上説明したように、本実施形態によれば、排気ガス還流率を急変する必要がある場合でも、応答性の早い方の制御弁を最初オープンループで制御することにより、速やかに目標開度付近に弁を移動し、次にフィードバック制御することにより、目標開度に収束させることにより、急激な変化にも対応でき、一方、急変が不要な場合には、応答性の遅い方の制御弁 20 を制御することにより、制御精度を向上することができる。

以上に説明し本実施例になる E G R 制御システムの特徴を纏めると以下の通りである。

25 ディーゼルエンジンのような内燃機関においては、排気ガス浄化、特に、窒素酸化物の排出削減のためには、該排気ガス還流制御が重要となる。従来の排気ガス環流装置としては、例えば、特開 2 0 0 3 - 8 3 0 3 4 号公報、特許第 3 3 2 9 7 1 1 号公報、特表 2 0 0 3 - 5 1 6 4 9 6 号公報に記載されているように、所定の排気ガス還流率となるように、排気ガス環

流弁の開度を制御していた。

しかしながら、排気ガス環流弁の開度を制御する従来の方式では、内燃機関の運転領域全て、特に、過渡的な運転条件変化に対して、排気ガス中の有害物質低減のため、排気ガス還流率を急変する必要がある場合、適

5 正な制御を行うことが困難であるという問題があった。

本実施例の目的は、内燃機関の排気ガス還流流量制御の応答速度および精度の向上した排気ガス還流装置を提供することにある。

(1) 上記目的を達成するために、本実施例は、内燃機関の排気ガス還流通路の還流流量を制御する還流ガス制御弁と、内燃機関の吸気通路の流

10 量制御する吸気制御弁とを備えた内燃機関の排気ガス還流装置であって、前記吸気通路の流量を検出する吸気量検知器と、前記排気ガス還流通路の排気ガス還流流量を検出する還流量検知器と、前記吸気流量検知器と前記還流流量検知器の出力に基いて求められた排気ガス環流率が目標の環流率

15 となるように、前記吸気制御弁および／または前記還流ガス制御弁をフィードバック制御する制御手段を備えるようにしたものである。

かかる構成により、内燃機関の排気ガス還流流量制御の応答速度および精度を向上し得るものとなる。

(2) 上記(1)において、好ましくは、前記制御手段は、前記環流率の目標値が急激に変化した場合には、前記吸気制御弁および前記還流ガス

20 制御弁の内、応答性の早い方の弁をフィードバック制御するようにしたものである。

(3) 上記(1)において、好ましくは、前記還流ガス制御弁開度と、前記吸気制御弁開度と、前記環流率との組合せ状態によって定義される3次元マップを複数個備え、前記制御手段は、内燃機関の運転状態に応じた

25 前記3次元マップを選択し、前記吸気流量検知器と前記還流流量検知器の出力に基いて求められた排気ガス環流率が目標の環流率となるように、前記吸気制御弁および／または前記還流ガス制御弁を制御するようにしたも



のである。

(4) 上記(2)において、好ましくは、前記制御手段は、前記環流率の目標値が急激に変化した場合には、前記吸気制御弁および前記還流ガス制御弁の内、応答性の早い方の弁を制御するようにしたものである。

- 5 (5) 上記(1)において、好ましくは、前記排気ガス還流量検知器は、前記排気ガス還流通路の少なくとも2地点以上の圧力差を基に環流量を検出する検知器若しくは前記排気ガス還流通路の質量流量を検出する検知器であり、前記吸気量検知器は、前記吸気通路の少なくとも2地点以上の圧力差を基に吸気量を検出する検知器若しくは前記吸気通路の質量流量を検
- 10 出する検知器としたものである。

(6) 上記(1)において、好ましくは、前記吸気制御弁が、電子制御方式のスロットルアクチュエータとしたものである。

#### 産業上の利用可能性

- 15 本発明によれば、EGRなどの制御の改善を図り得るディーゼルエンジンのEGR制御装置およびモータ駆動式スロットル弁装置を提供することができる。

## 特許請求の範囲

1. ディーゼルエンジンの吸気通路内に排気ガスの一部を還流するEGR制御装置において、

- 5 EGR制御時にエンジンの吸気通路の開度を制御するスロットル弁、および前記吸気通路に還流される排気ガスの流量を制御するEGR弁と、  
前記スロットル弁その駆動モータおよび減速ギア機構を有する第1のボディと、

- 前記EGR弁を有する排気ガス還流通路の一端を導入し、EGR弁の駆動モータおよび減速ギア機構を有する第2のボディとを、備え、  
10

前記第1、第2のボディが一つの集合体となるように結合され、前記第1、第2のボディには、それぞれの減速ギア機構を覆う第1、第2のカバー部が取り付けられ、

- すくなくとも前記スロットル弁を駆動制御するための回路基板が、前記第1のカバー部と前記第2のカバー部の少なくともいずれか一方に内装されているディーゼルエンジンのEGR制御装置。  
15

2. 請求項1において、前記スロットル弁は、EGR制御のほかにディーゼリング防止、ディーゼルパティキュレートフィルタの再生の少なくとも一つに使用されるディーゼルエンジンのEGR制御装置。

- 20 3. 請求項1において、前記スロットル弁および前記EGR弁を駆動制御するための回路基板は、単一基板により形成されているディーゼルエンジンのEGR制御装置。

4. 請求項1において、前記回路基板で形成された前記EGR弁の制御信号は、前記第1のカバー部に設けたコネクタ端子から前記第2のカバー部に設けたコネクタ端子を介して前記EGR弁の駆動モータに送られるディーゼルエンジンのEGR制御装置。  
25

5. 請求項1において、前記回路基板は、カバー外部に配置された上位

のエンジン制御ユニットから目標 EGR 率に関する信号を入力して、それに基づき EGR 制御時のスロットル弁開度および EGR 弁開度を求めるディーゼルエンジンの EGR 制御装置。

6. ディーゼルエンジンの吸気通路内に排気ガスの一部を還流する EGR 制御装置において、

EGR 制御時にエンジンの吸気通路の開度を制御するスロットル弁、および前記吸気通路に還流される排気ガスの流量を制御する EGR 弁を備え、

- 前記スロットル弁、その駆動モータおよび減速ギア機構を有するボディには、前記減速ギア機構を覆う樹脂カバーが取り付けられ、この樹脂カバーに前記スロットル弁を駆動制御するための回路基板が内装され、この回路基板に、バッテリー電圧をモータ電源電圧に減圧する回路が設けられているディーゼルエンジンの EGR 制御装置。

7. ディーゼルエンジンの吸気通路内に排気ガスの一部を還流する EGR 制御装置において、

- 15 EGR 制御時にエンジンの吸気通路の開度を制御するスロットル弁、および前記吸気通路に還流される排気ガスの流量を制御する EGR 弁を備え、

前記スロットル弁、その駆動モータおよび減速ギア機構を有するボディには、前記減速ギア機構を覆う樹脂カバーが取り付けられ、この樹脂カバーに前記スロットル弁を駆動制御するための回路基板が内装され、

- 20 前記回路基板は、前記樹脂カバーよりも熱伝導性の良い金属プレートに支持され、この金属プレートは前記樹脂カバーを貫通して、該樹脂カバーに取り付けられ、前記金属プレートの放熱面が前記樹脂カバーの外部に晒されているディーゼルエンジンの EGR 制御装置。

8. 請求項 7 において、前記回路基板には、前記スロットル弁のほかに、前記 EGR 弁を駆動制御する回路が設けられているディーゼルエンジンの EGR 制御装置。

9. 請求項 7 において、前記金属プレートには、冷却水パイプが取り付け

けられているディーゼルエンジンのEGR制御装置。

10. ディーゼルエンジンの吸気通路内に排気ガスの一部を還流するEGR制御装置において、

5 EGR制御時にエンジンの吸気通路の開度を制御するスロットル弁、および前記吸気通路に還流される排気ガスの流量を制御するEGR弁とを、  
備え、

前記スロットル弁、その駆動モータおよび減速ギア機構を有するボディには、前記減速ギア機構を覆う樹脂カバーが取り付けられ、この樹脂カバーに前記スロットル弁を駆動制御するための回路基板が内装され、

10 エンジンの排気通路にディーゼルパテキュレートフィルタが設けられ、  
前記回路基板には、前記ディーゼルパテキュレートフィルタに付着した粒子状物質を燃焼させるために少なくとも前記スロットル弁を開度制御する回路が併設されているディーゼルエンジンのEGR制御装置。

11. 請求項10において、前記回路基板には、前記スロットル弁のほかに、前記EGR弁を駆動制御する回路が設けられているディーゼルエンジンのEGR制御装置。

12. EGR制御時にエンジンの吸気通路の開度を制御するスロットル弁、および前記吸気通路に還流される排気ガスの流量を制御するEGR弁と、

20 前記スロットル弁、その駆動モータおよび減速ギア機構を有する第1のボディと、

前記EGR弁を有する排気ガス還流通路の一端を導入し、EGR弁の駆動モータおよび減速ギア機構を有する第2のボディとを、備え、

前記第1のボディの下流側に前記第2のボディが直列に結合され、前記  
25 第1、第2のボディには、それぞれの減速ギア機構を覆う第1、第2のカバー部が取り付けられ、

前記スロットル弁の駆動軸と前記EGR弁の駆動軸とが、上下に平行配

置されることにより、これらの駆動軸の減速ギアおよび前記第 1, 第 2 のカバー部が、前記第 1, 第 2 のボディの側面に並んで配置されているモータ駆動式スロットル弁装置。

1 3. 請求項 1 2 において、前記第 1, 第 2 のカバー部は、別々或いは  
5 一体に成形されているモータ駆動式スロットル弁装置。

1 4. 請求項 1 2 において、前記第 1 のカバー部には、前記スロットル  
弁の開度を検出するセンサが内装され、前記第 2 のカバー部には、前記 E  
G R の開度を検出するセンサが内装され、かつ、前記第 1, 第 2 のカバー  
10 部には、少なくとも、それぞれのセンサからの信号をエンジン制御ユニッ  
トに送る出力端子、前記駆動モータへの給電用端子、アース端子、および  
各バルブの制御信号を入力する入力端子を有するコネクタが成形されてい  
るモータ駆動式スロットル弁装置。

1 5. 請求項 1 4 において、前記各コネクタの向きを前記スロットル弁  
の上流側に向けているモータ駆動式スロットル弁装置。

15 1 6. 吸気通路が形成されたボディと、  
前記吸気通路に取り付けられて当該吸気通路の通路断面積を機関の運転状  
態に応じて絞るスロットル弁と、  
前記ボディに支承され前記スロットル弁が固定されたスロットル弁軸と、  
前記ボディに取り付けられたモータと、  
20 当該モータの回転を前記スロットル弁軸に伝達する減速歯車機構と、  
当該歯車機構を覆うようにして前記ボディに取り付けられた樹脂カバーと、  
当該樹脂カバーに取り付けられた制御回路と、  
前記樹脂カバーに一体に形成され、前記制御回路からの E G R バルブ制御  
信号を出力する端子を有するコネクタと  
25 を備えたモータ駆動式スロットル弁装置。

1 7. 請求項 1 6 において、  
前記コネクタには前記 E G R バルブ制御信号を演算するのに用いる機関の

状態を示す信号を受ける端子が設けられているモータ駆動式スロットル弁装置。

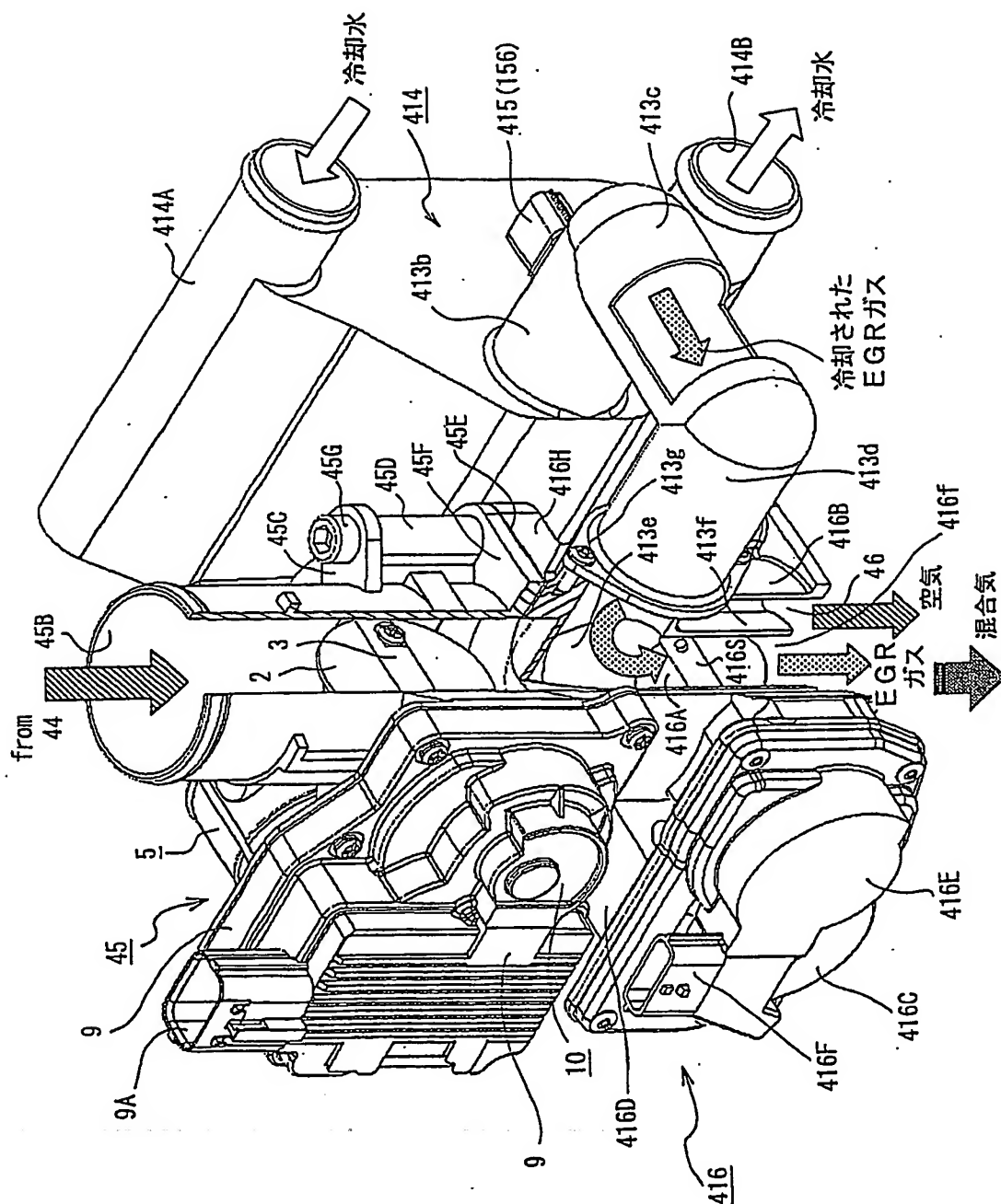
18. 請求項16において、前記制御回路には前記スロットル弁軸の回転角度を検出する開度計の出力信号が入力されるモータ駆動式スロットル

5 弁装置。

19. 請求項16において、前記コネクタには前記スロットル弁軸の回転角度を検出する開度計の出力信号を外部に出力する端子が設けられているモータ駆動式スロットル弁装置。

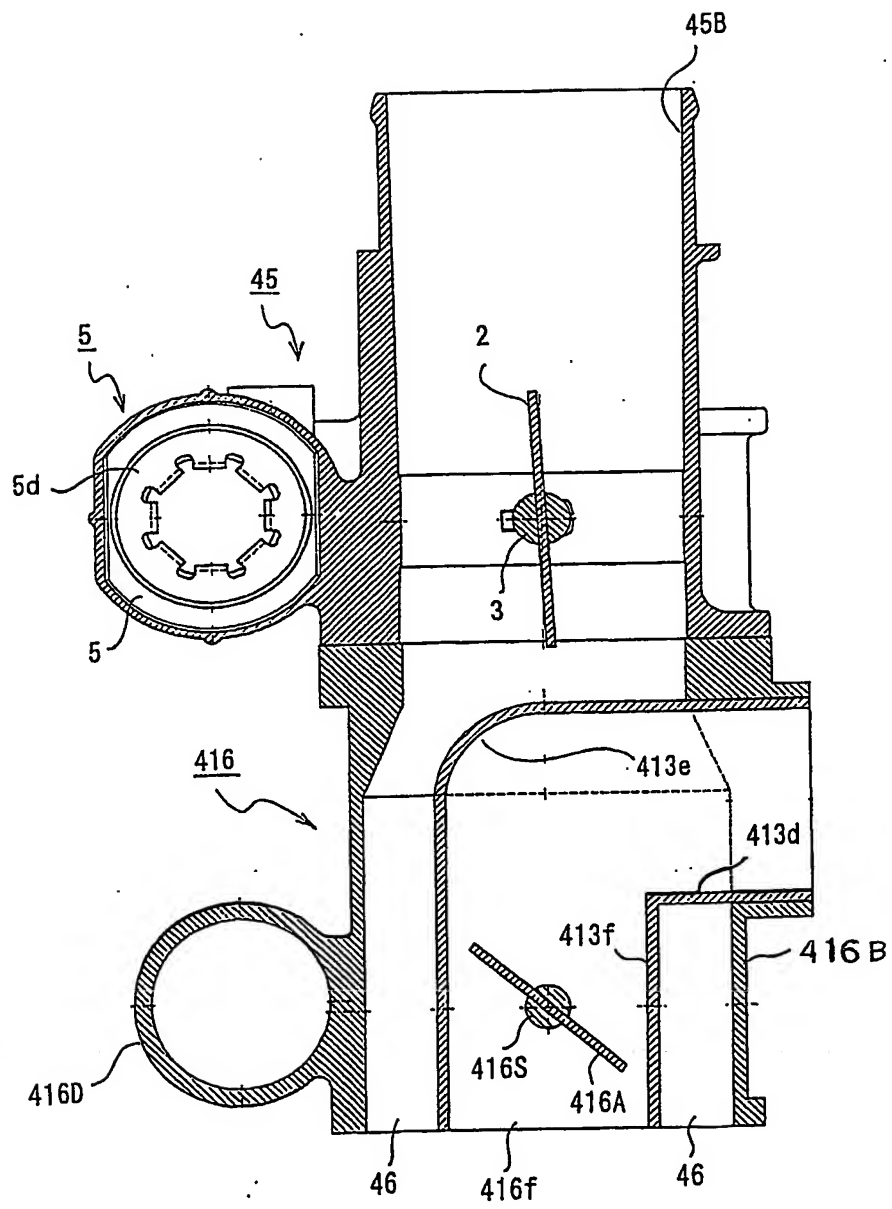
1/41

第1図



2/41

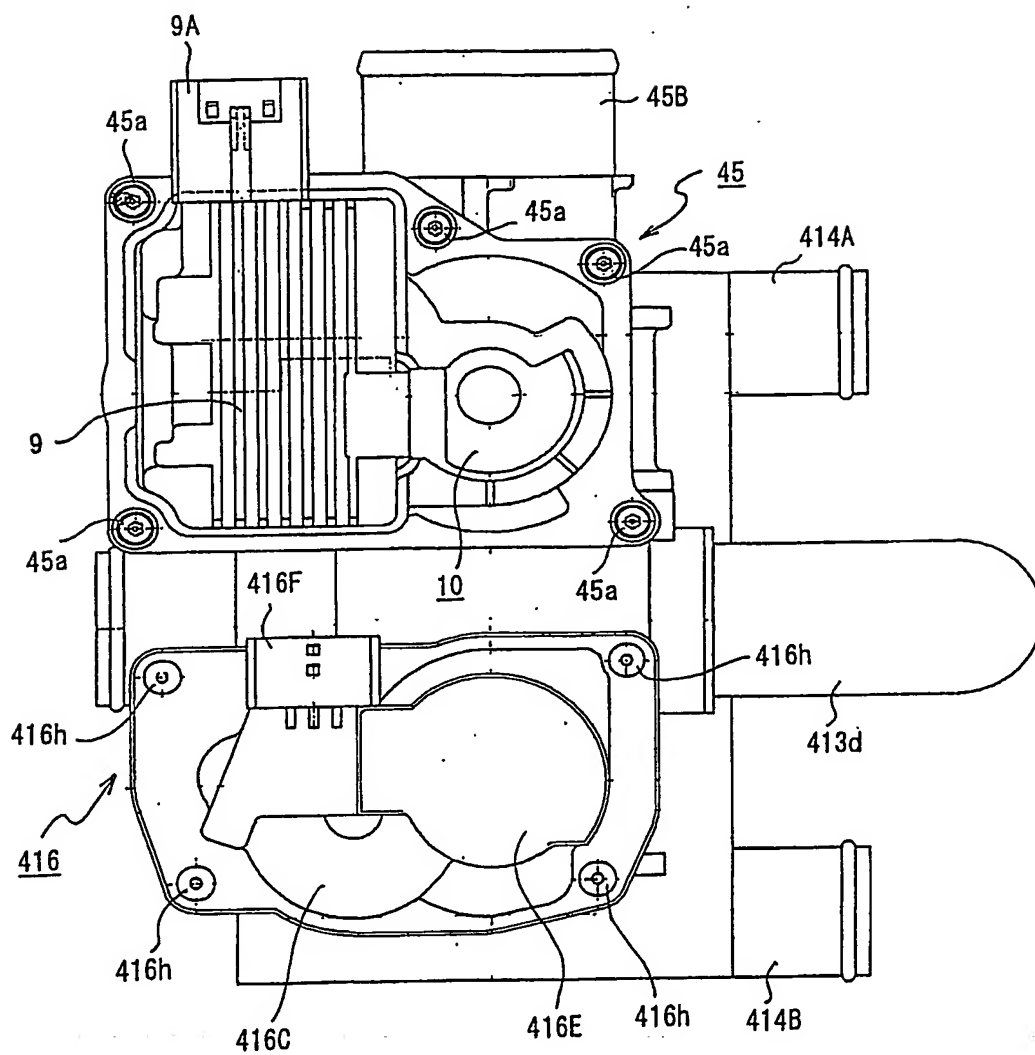
第2図





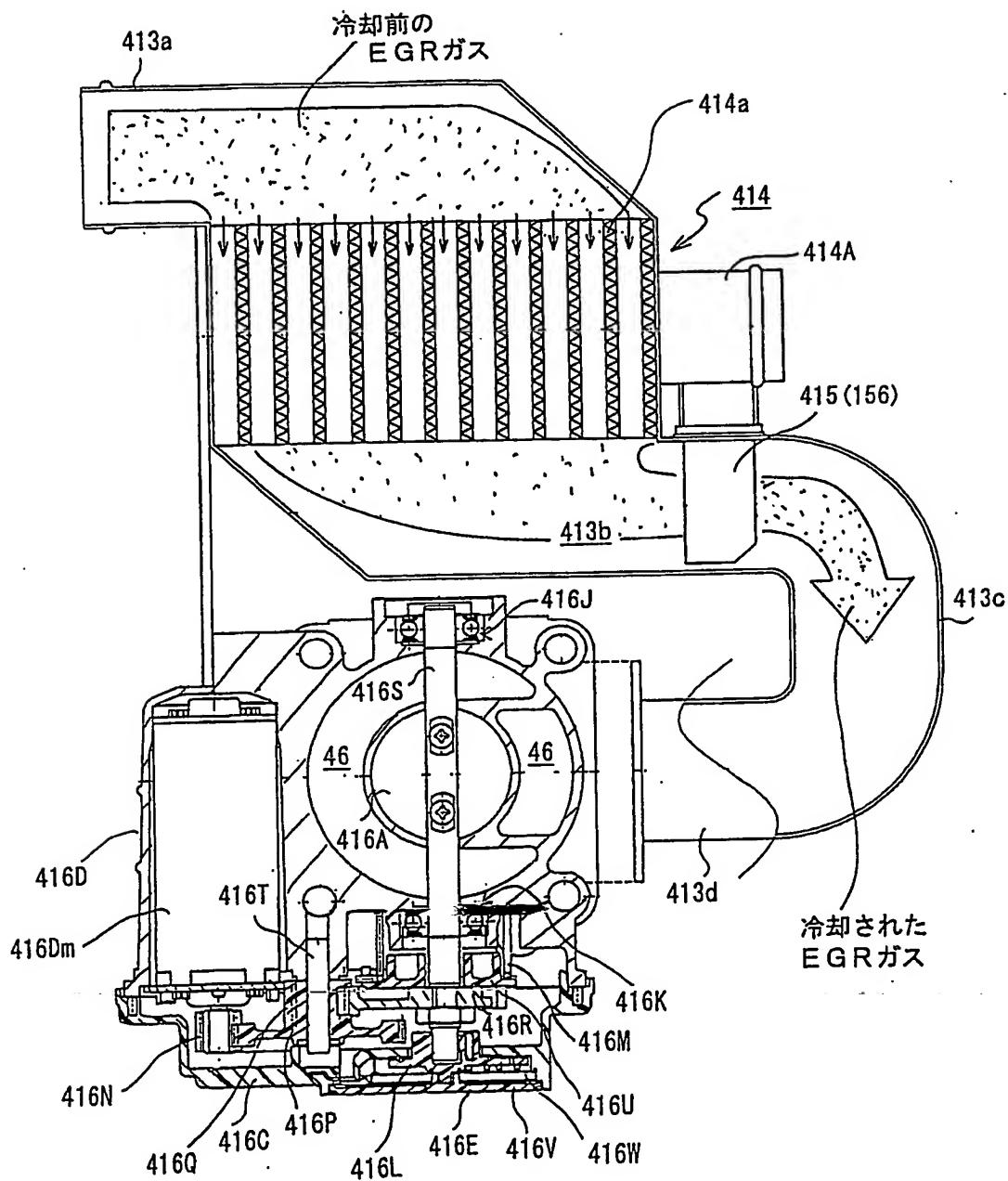
3/41

第 3 図



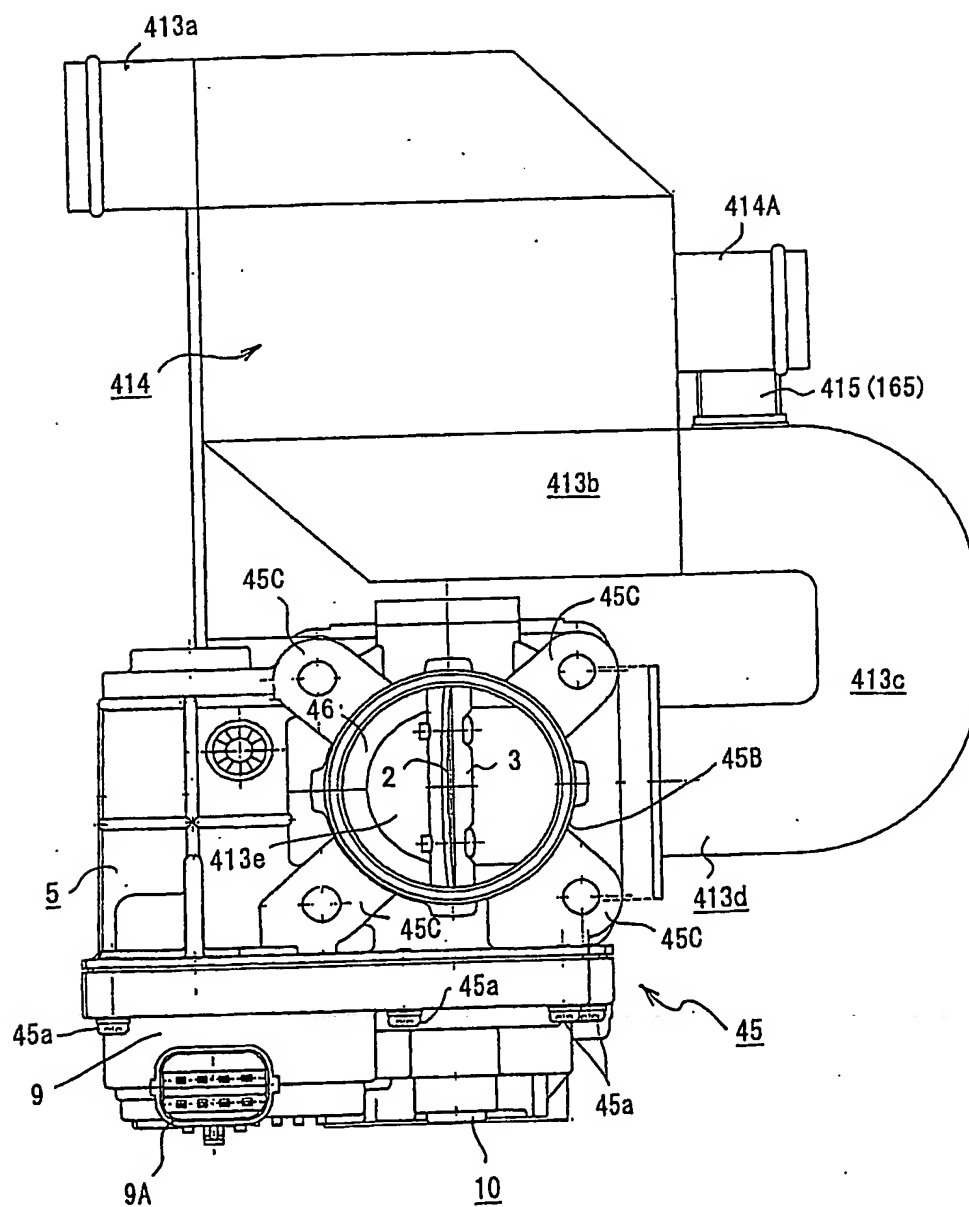
4/41

第 4 図



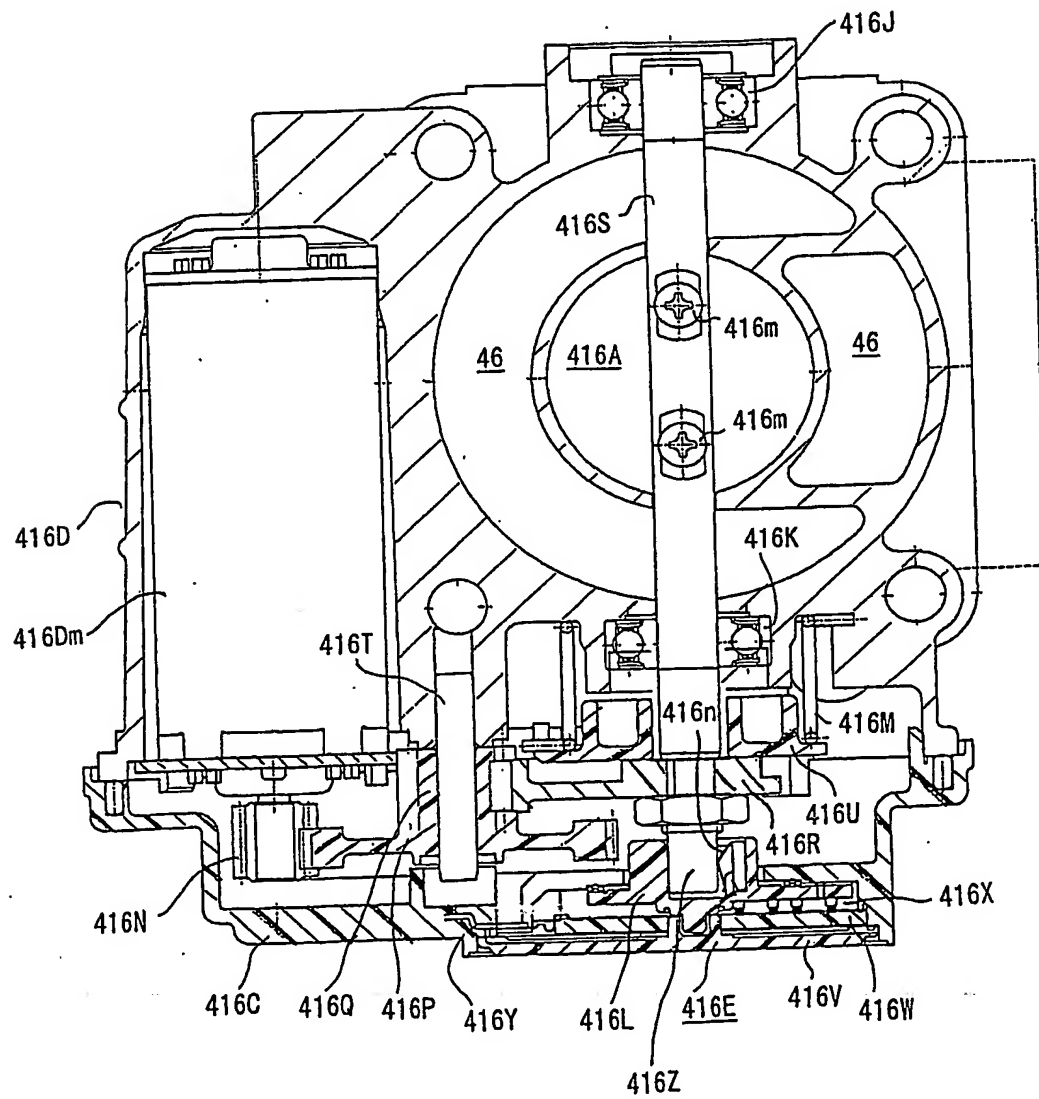
5/41

第 5 図



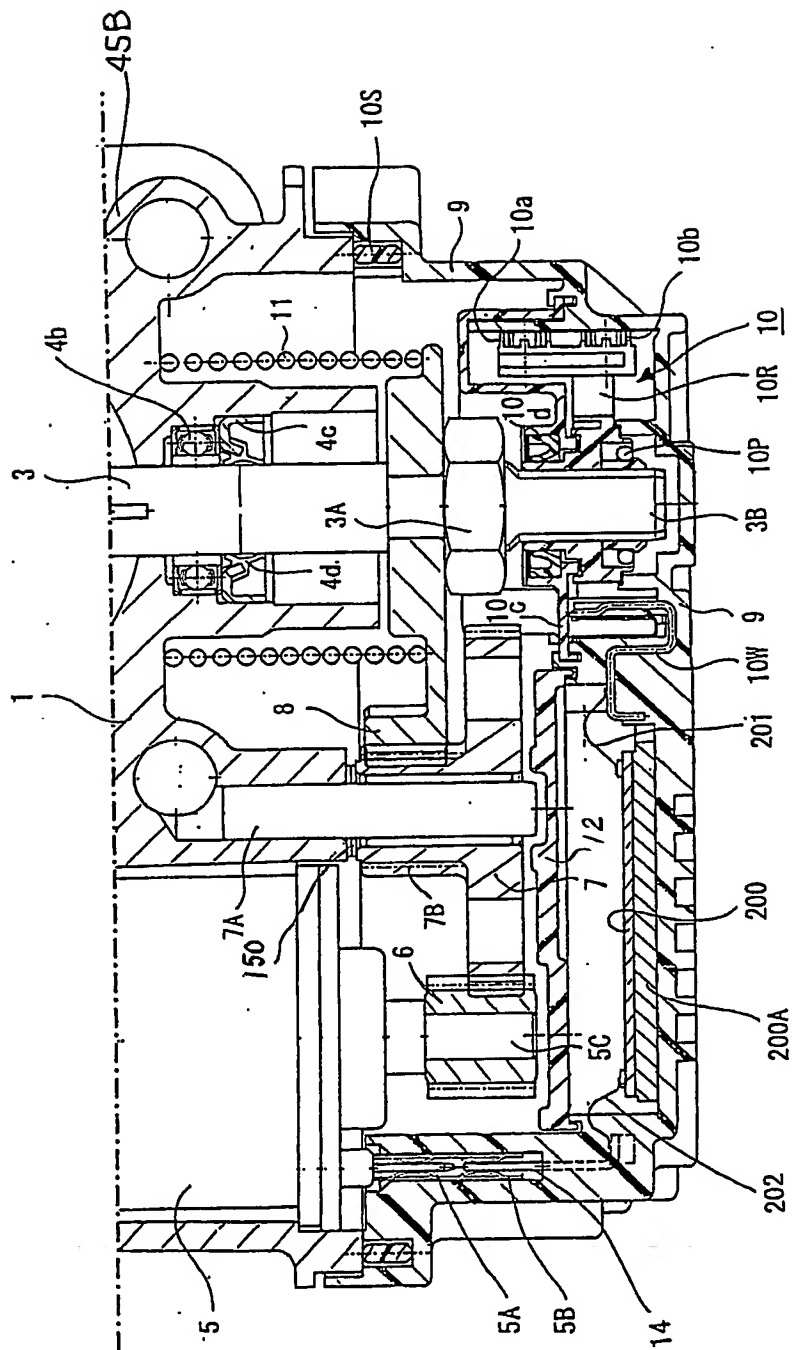
6/41

第 6 図



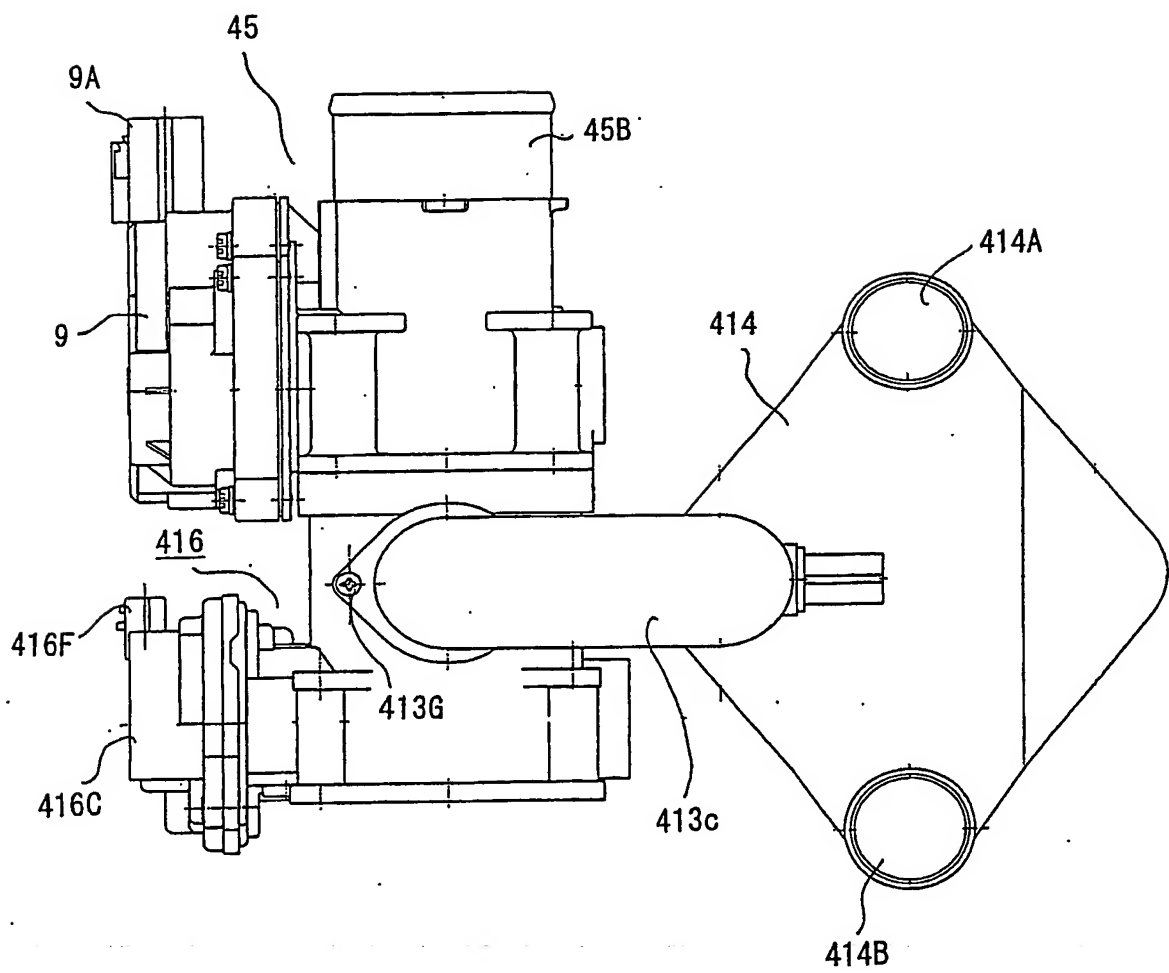
7/41

第7図



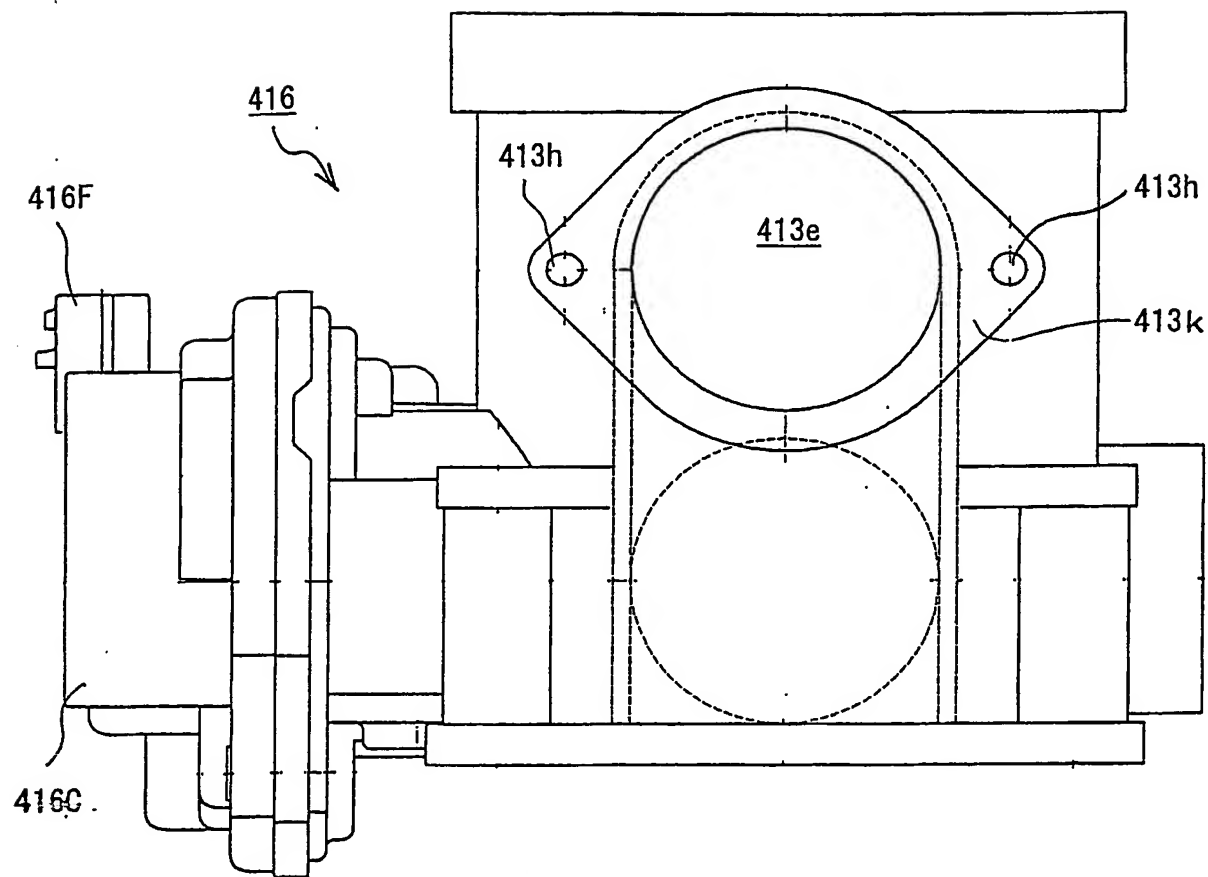
8/41

第 8 図



9/41

第 9 図

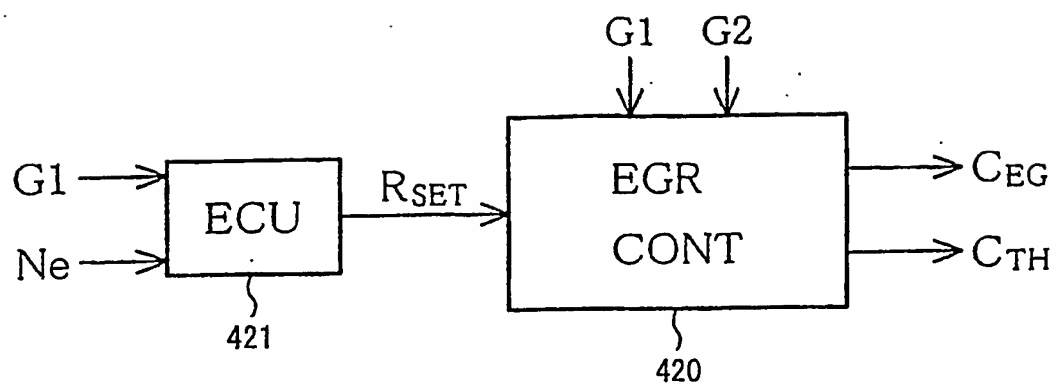




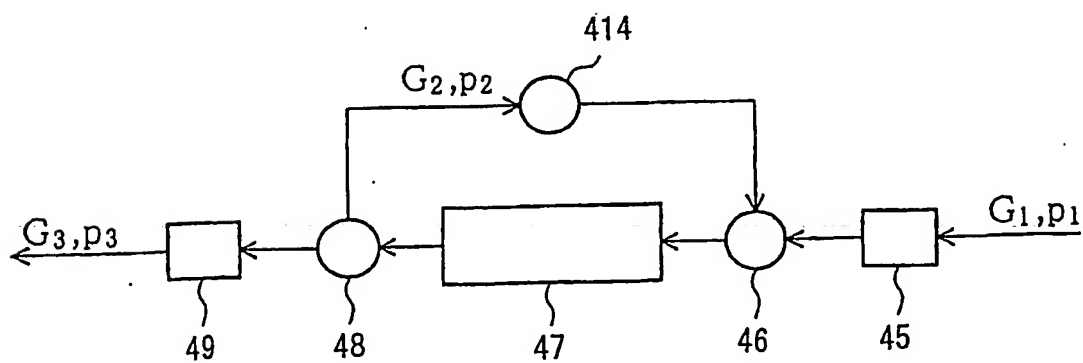


11/41

第 1 1 図

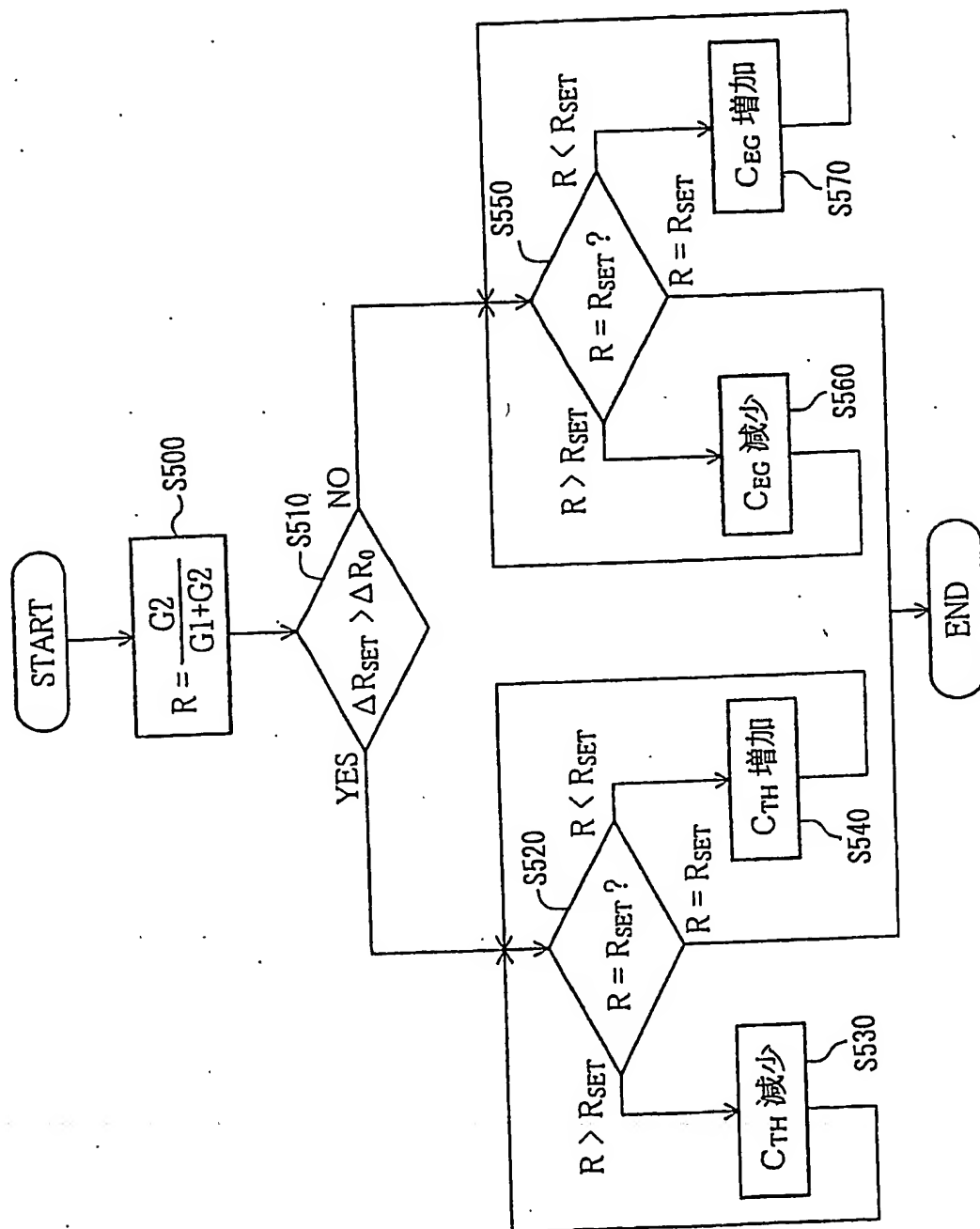


第 1 2 図



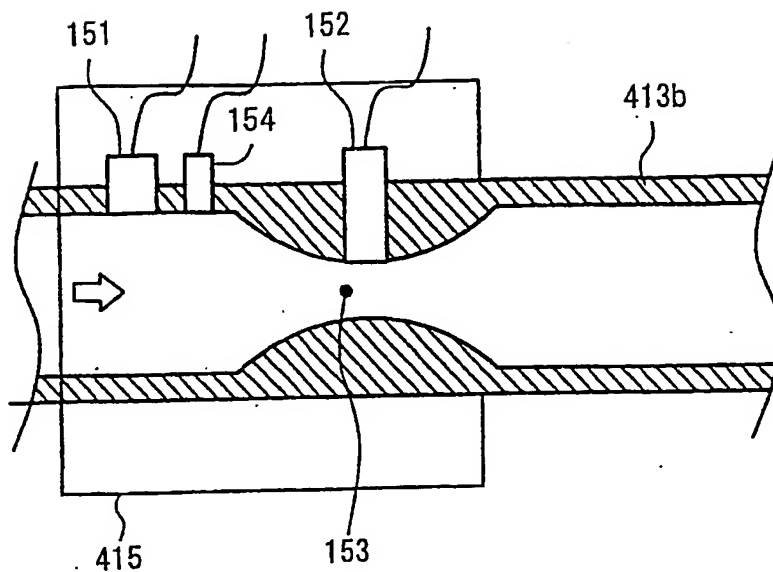
12/41

第13図

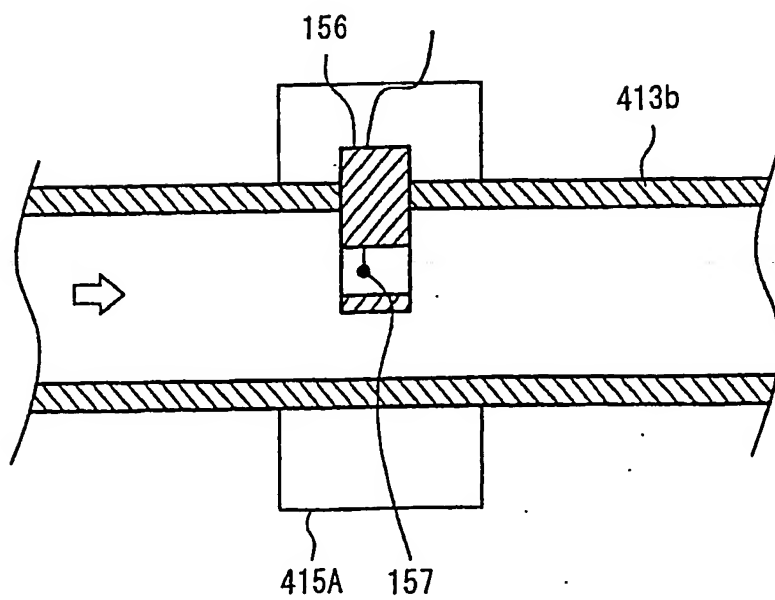


13/41

第14図

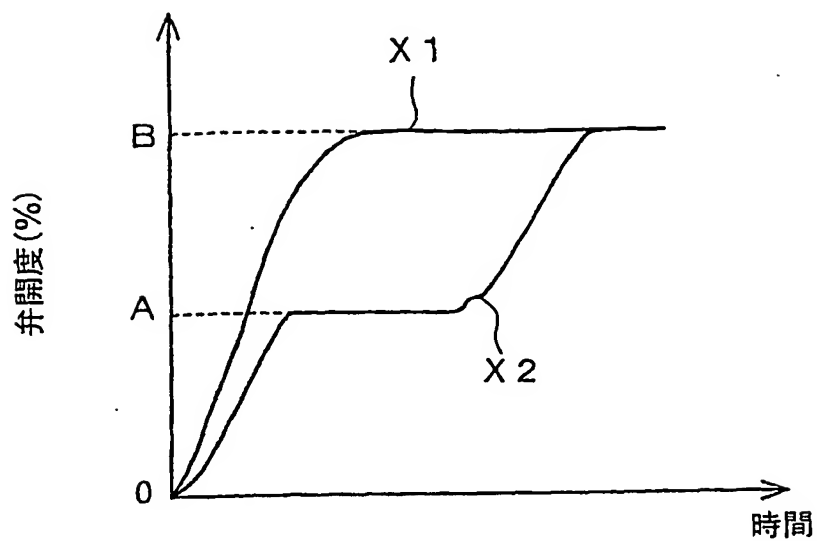


第15図

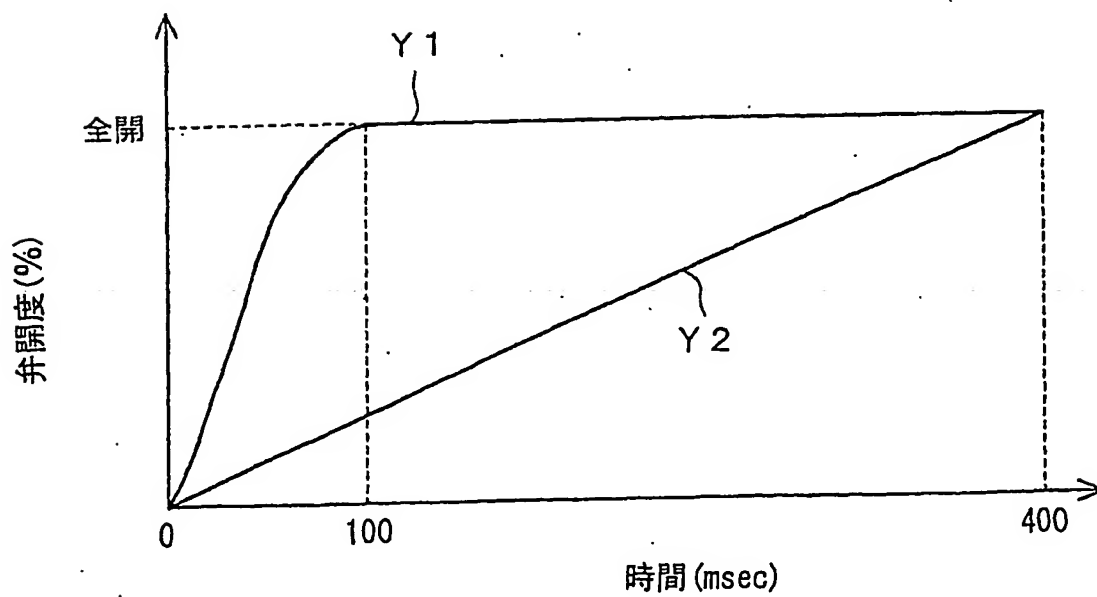


14/41

第 1 6 図

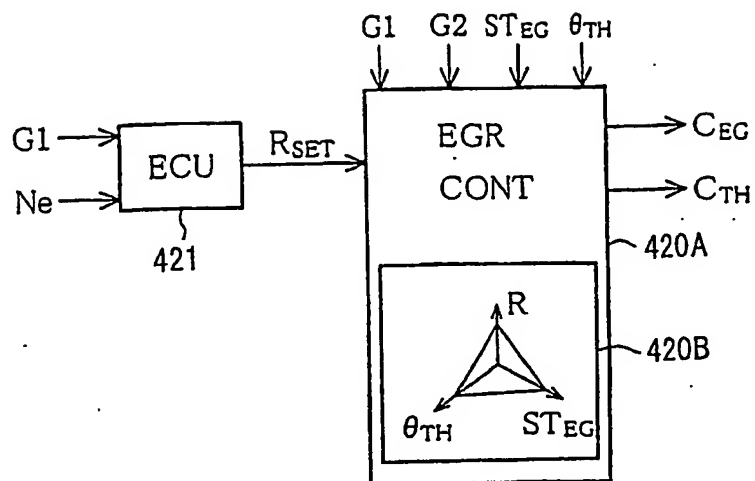


第 1 7 図

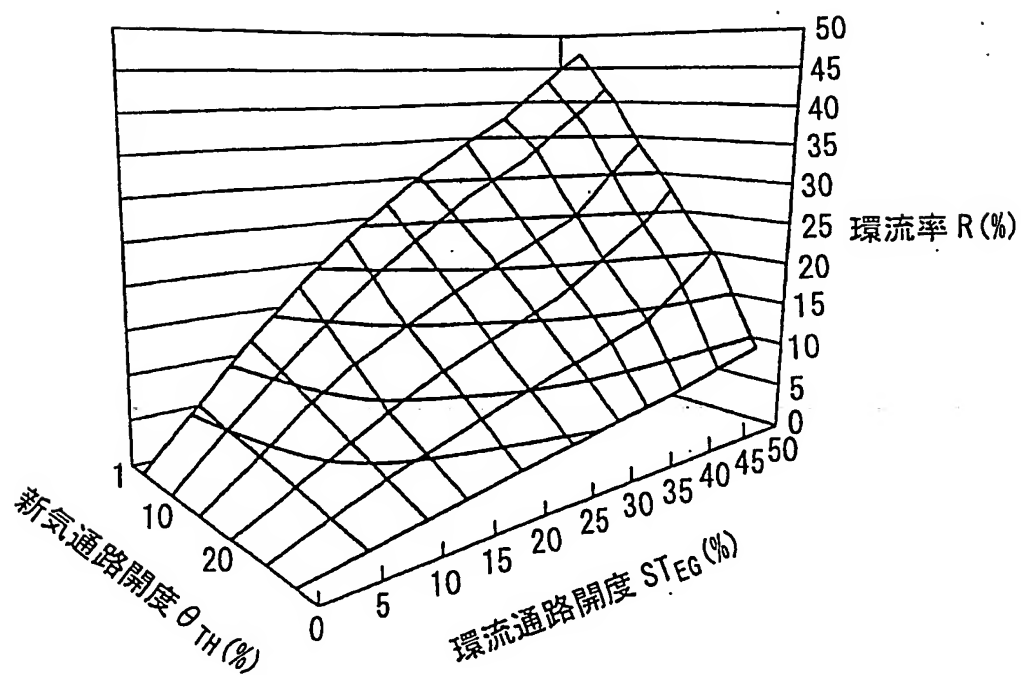


15/41

第 18 図

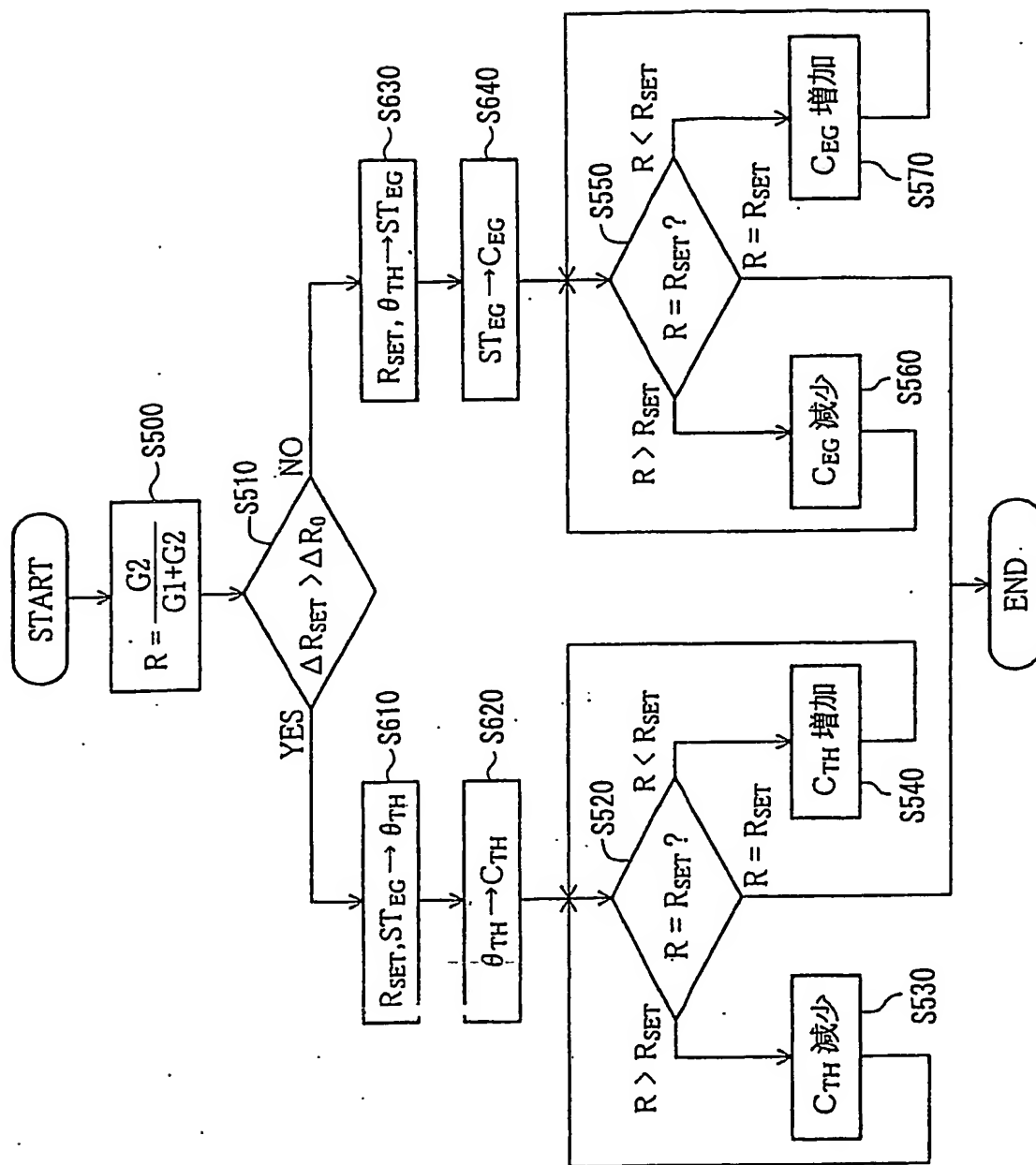


第 19 図

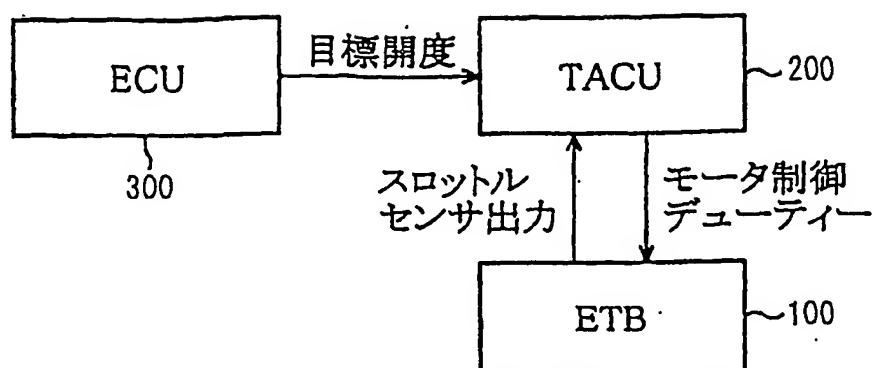


16/41

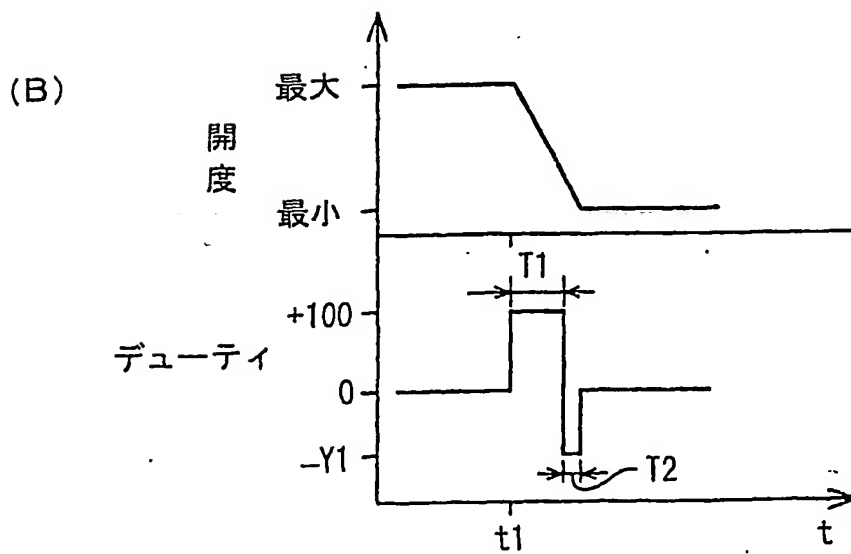
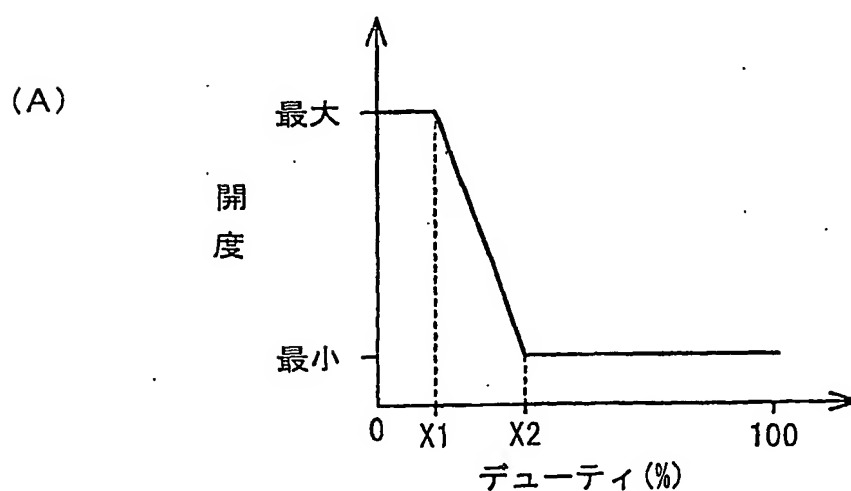
第20図



第21図

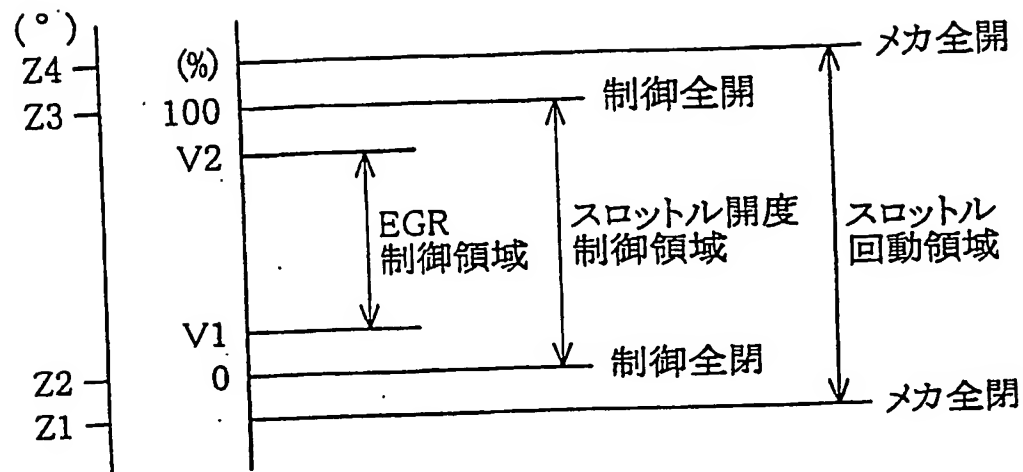


第22図

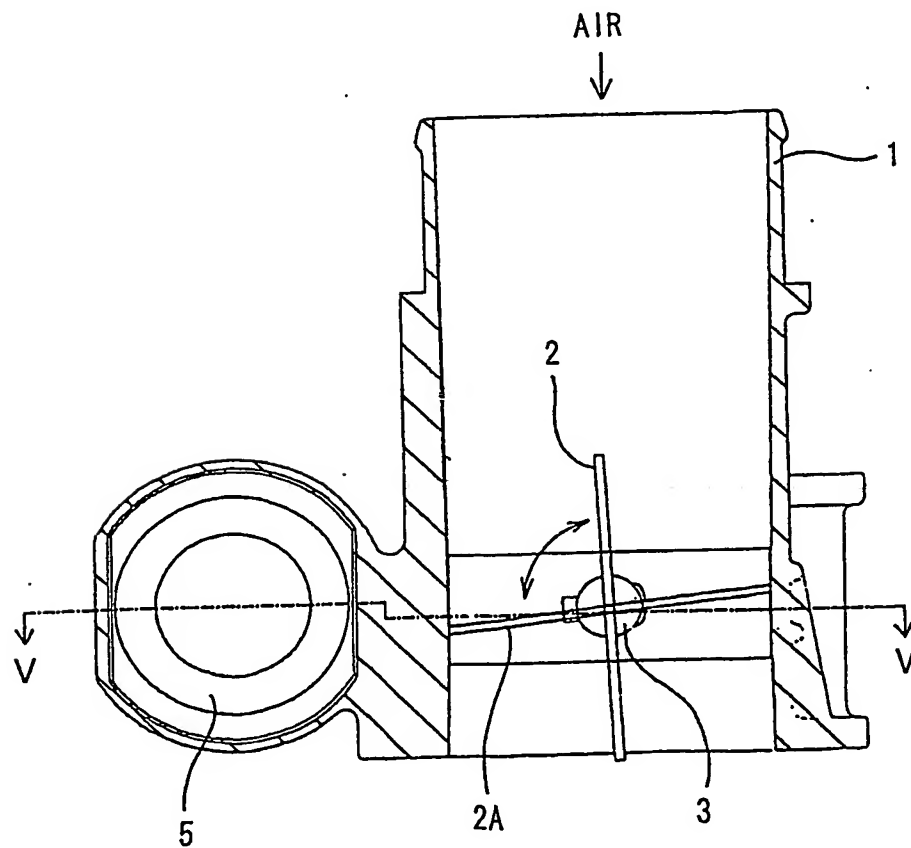


18/41

第 2 3 図



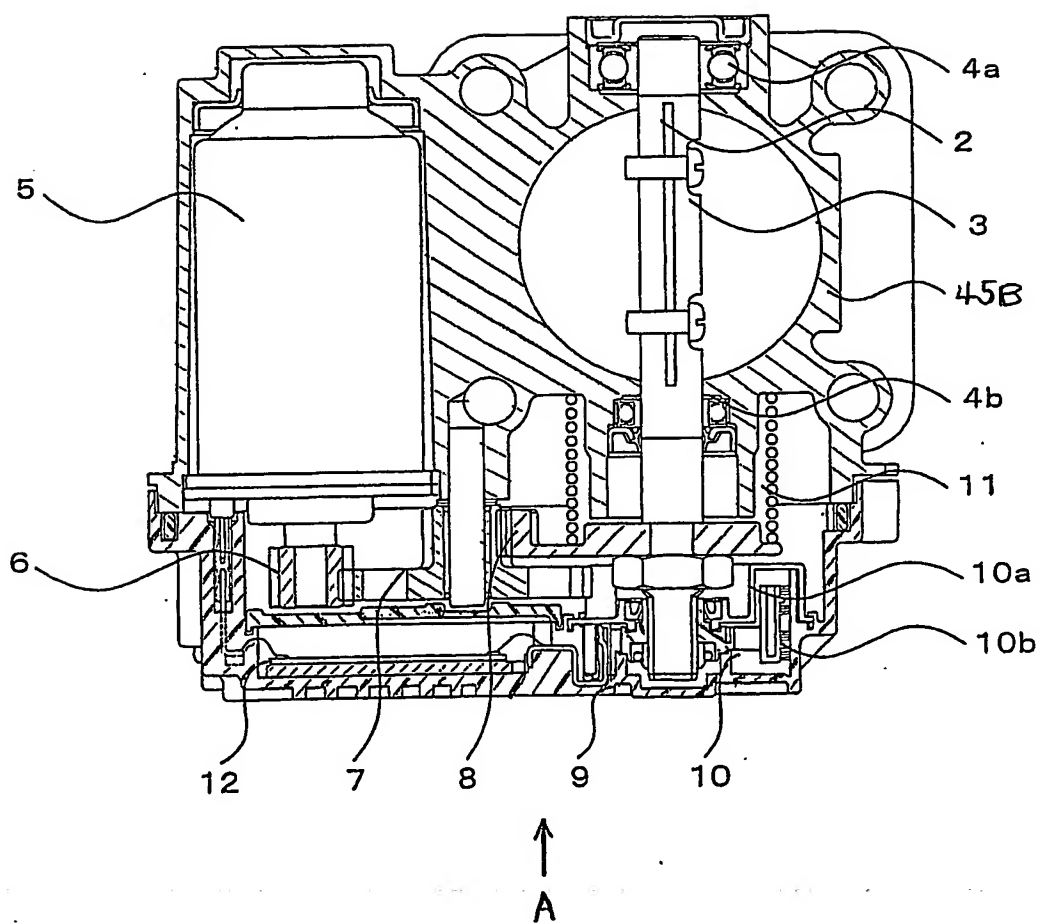
第 2 4 図





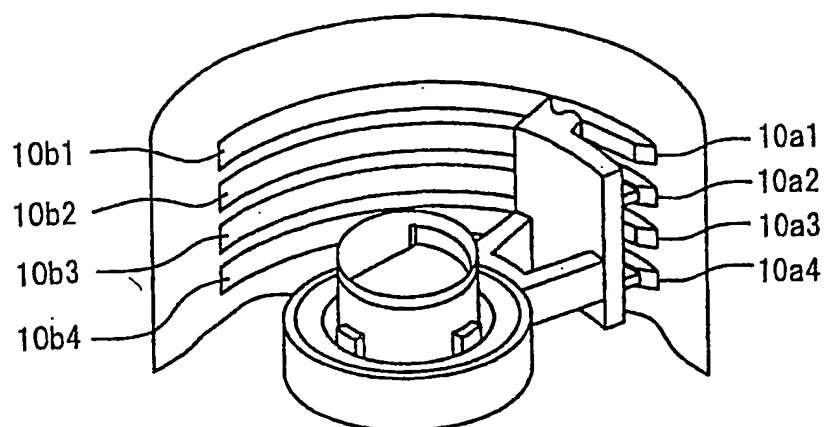
19/41

第 2 5 図

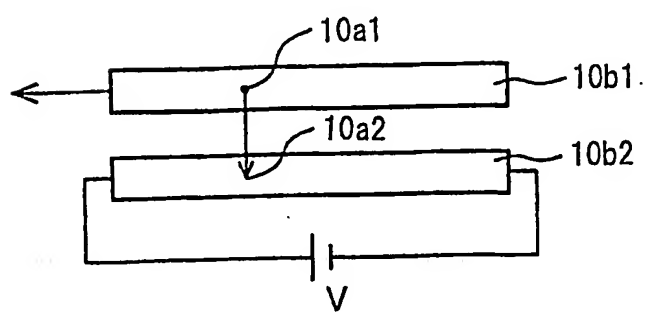


20/41

第 2 6 図

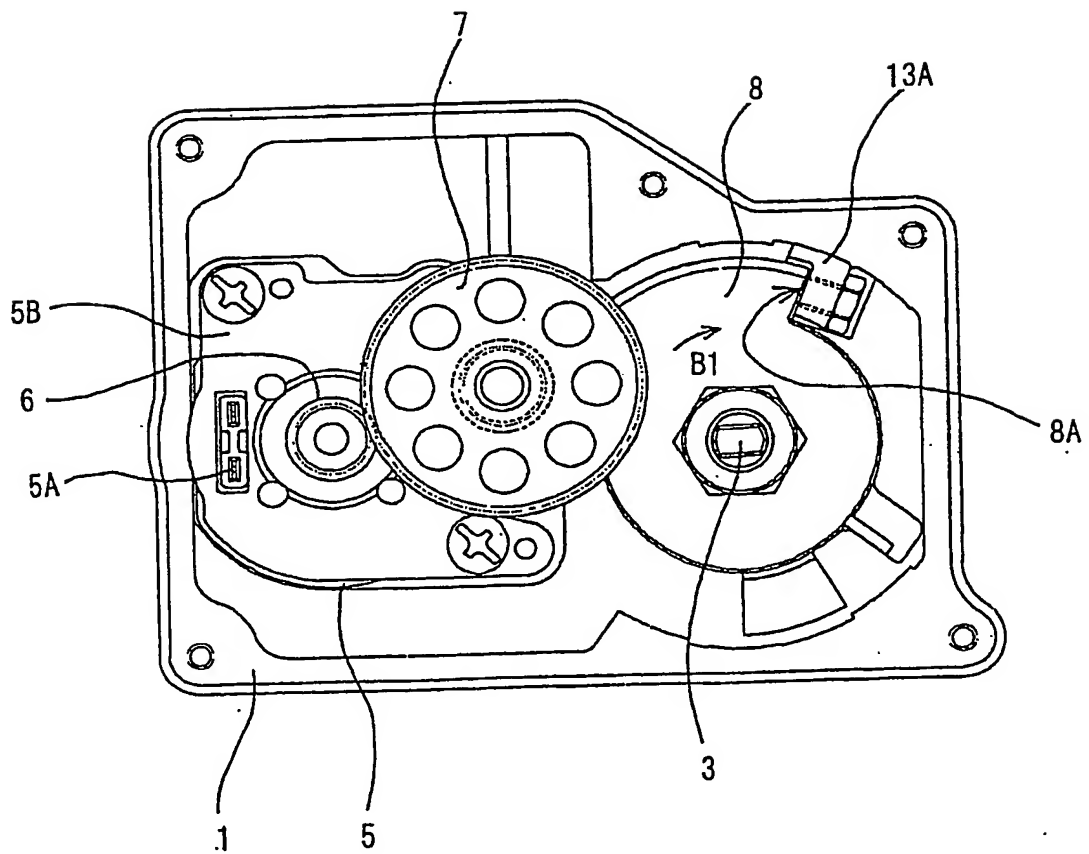


第 2 7 図



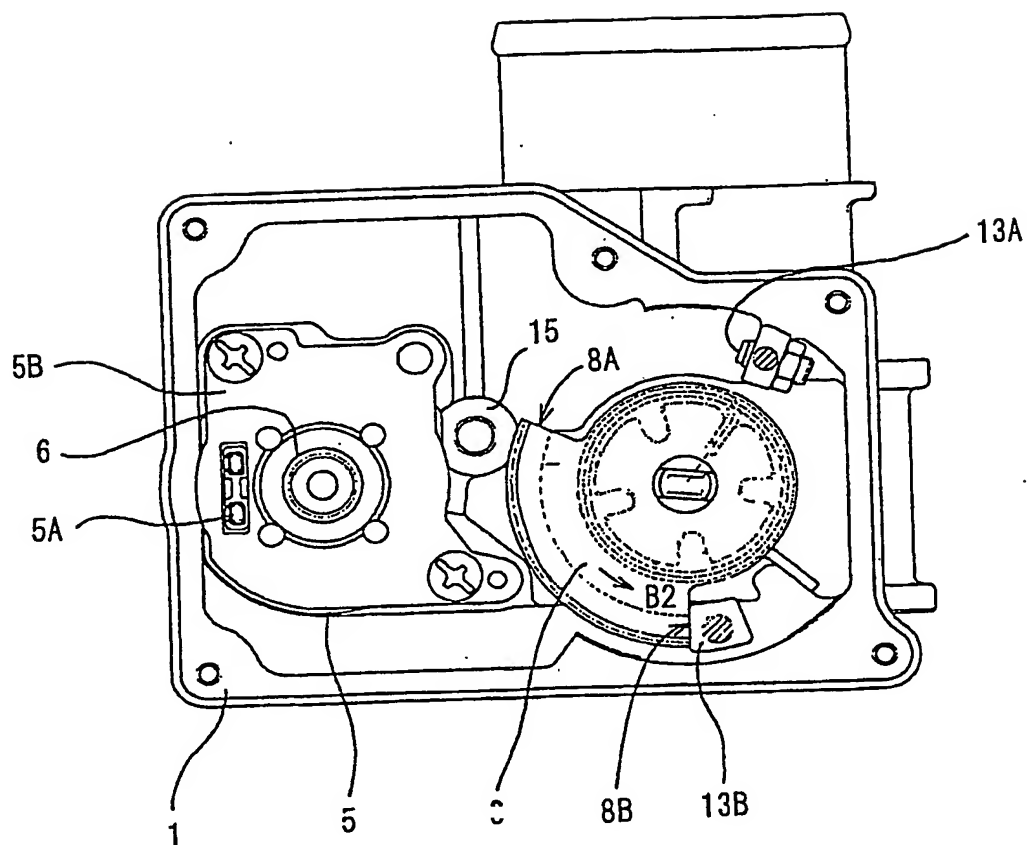
21/41

第 2 8 図



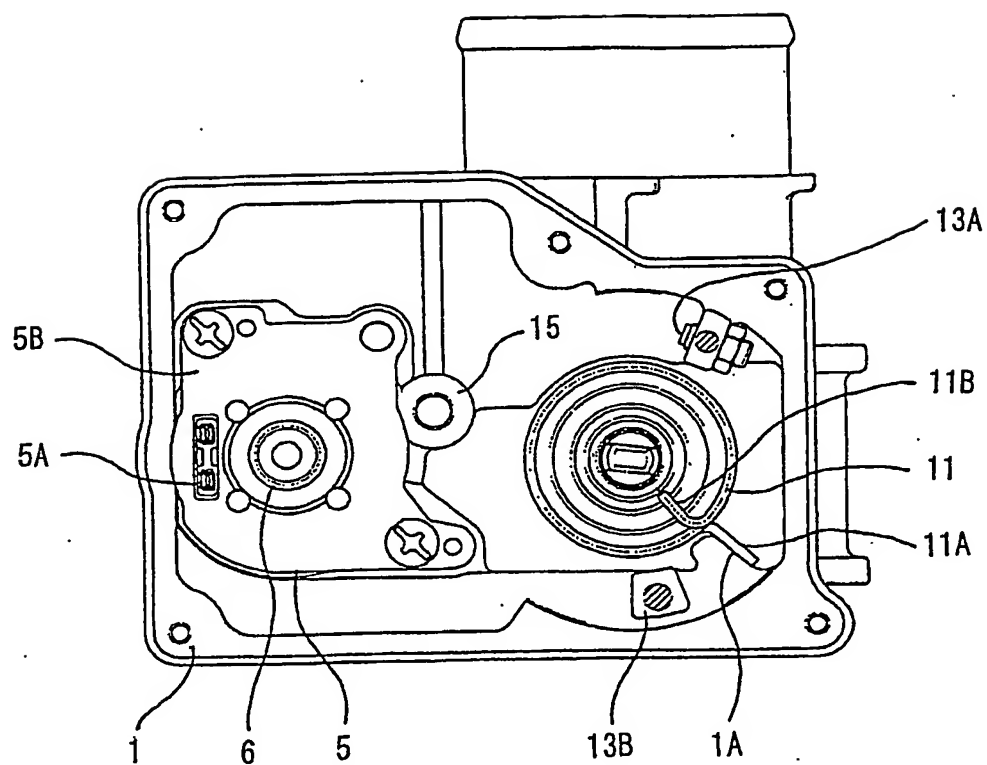
22/41

第 2 9 図



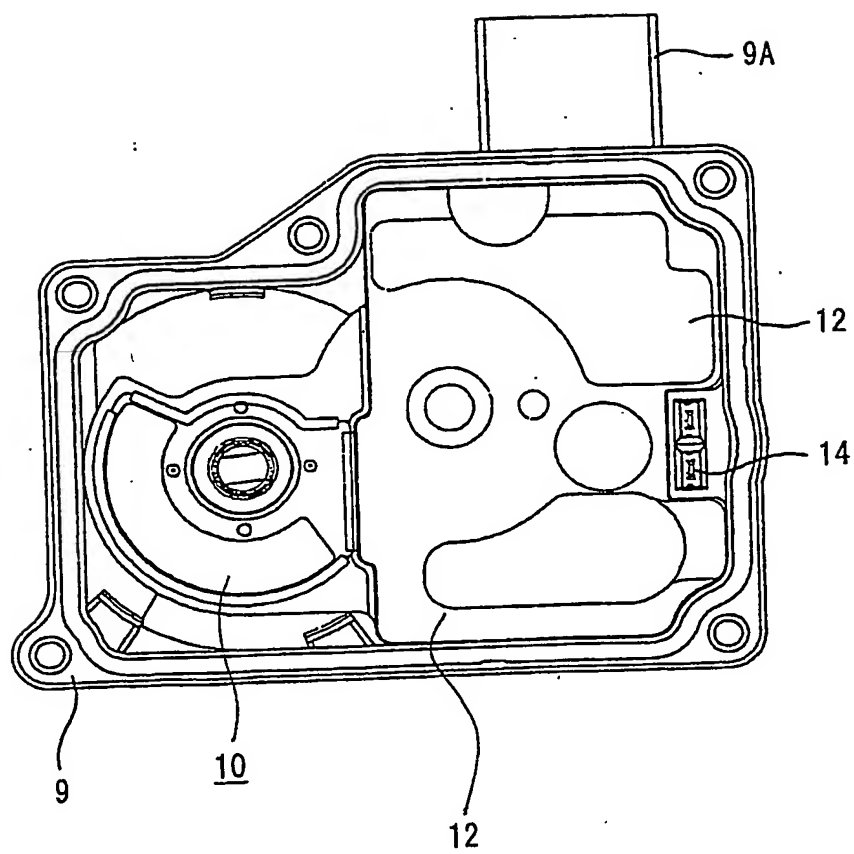
23/41

第 3 0 図



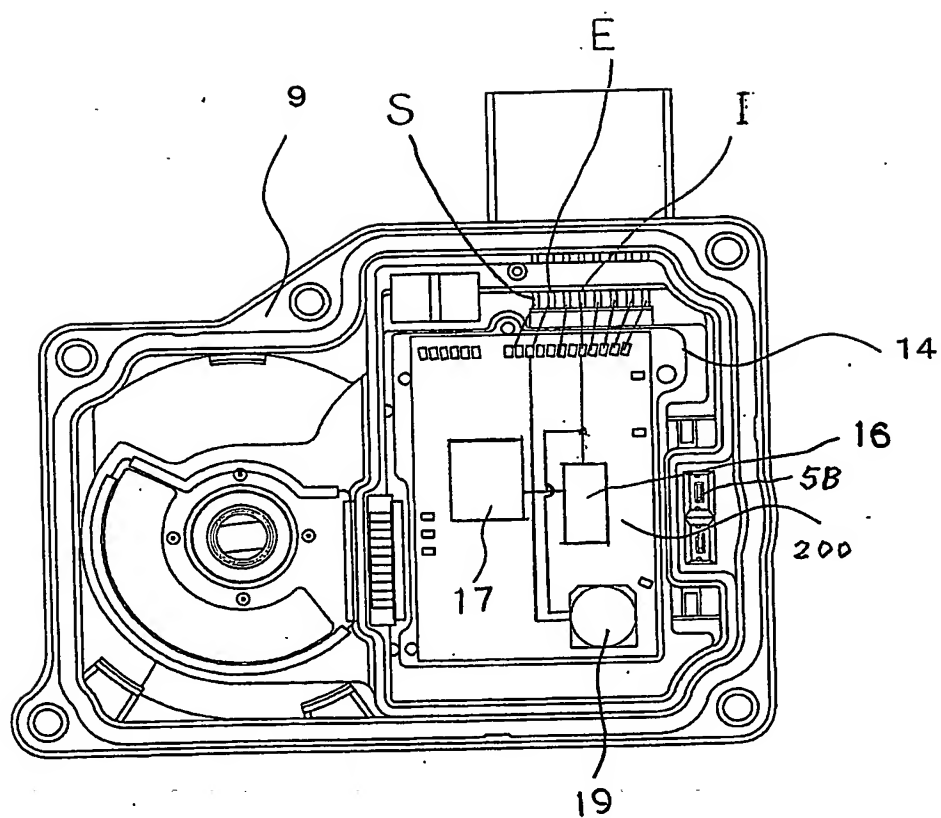
24/41

第 3 1 図

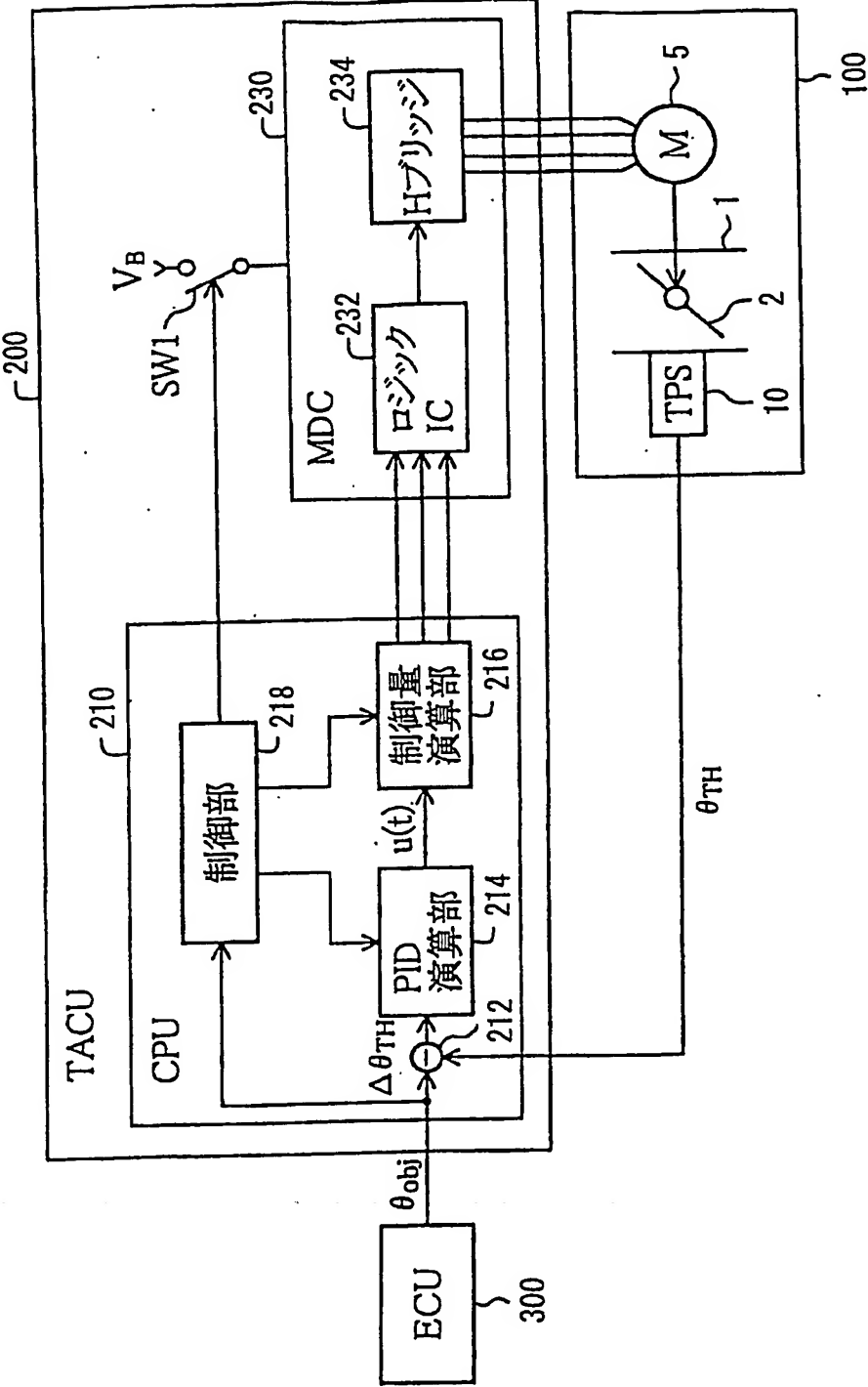


25/41

第 3 2 図



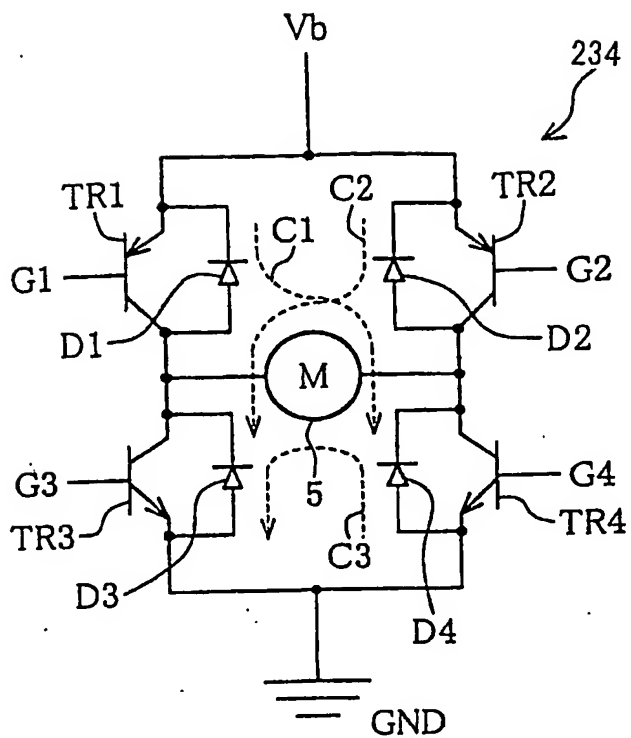
第 3 3 図



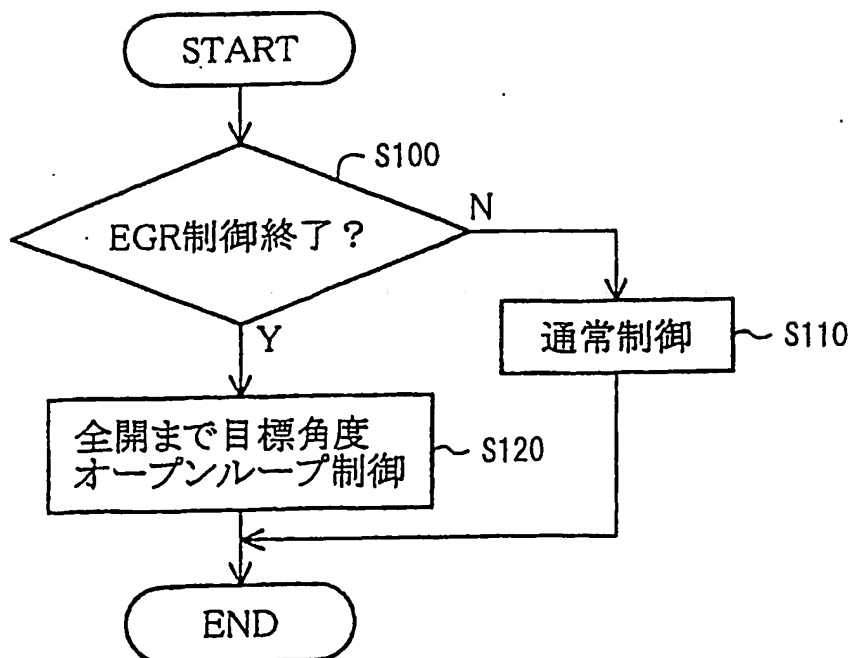


27/41

第 3 4 図

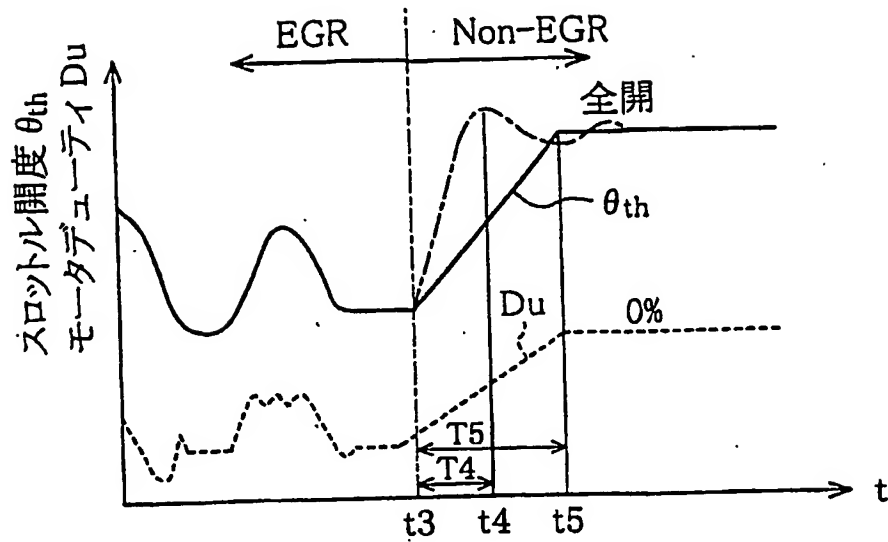


第 3 5 図

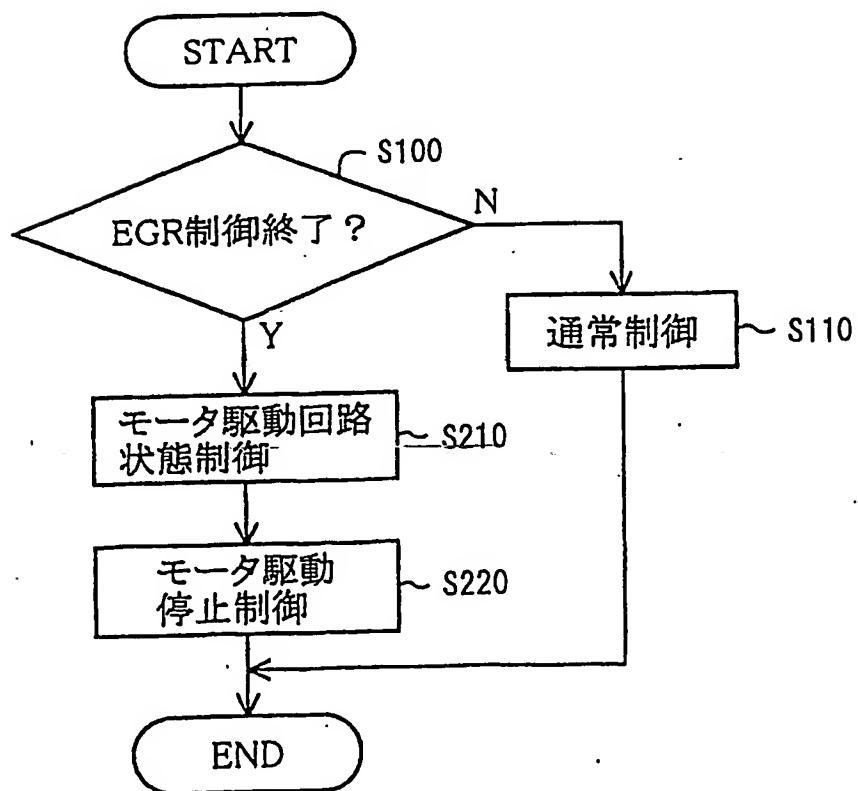


28/41

第 3 6 図

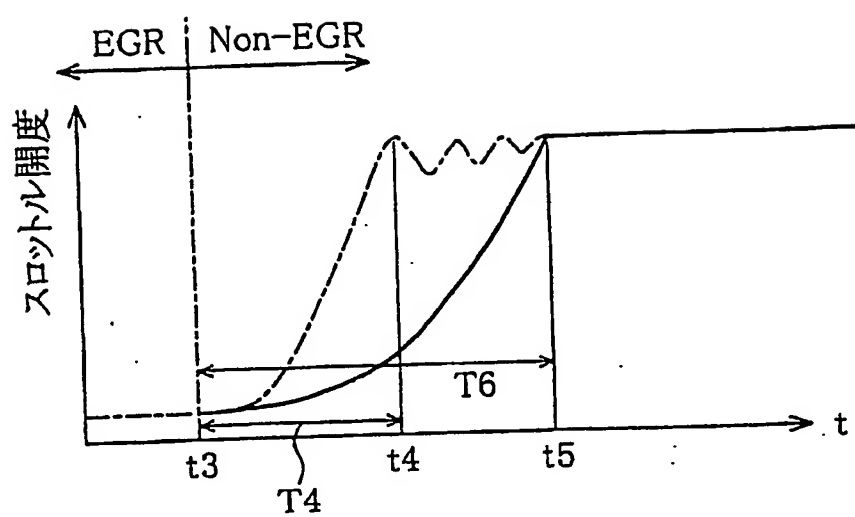


第 3 7 図



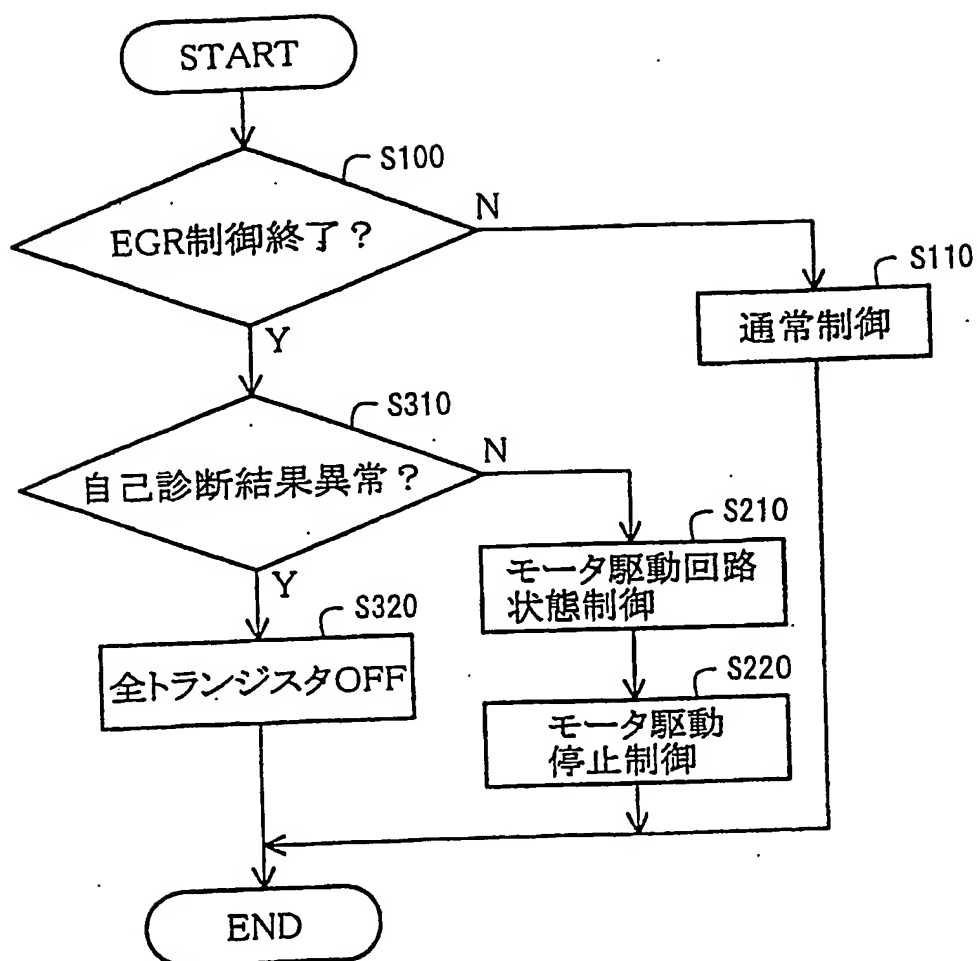
29/41

第 3 8 図



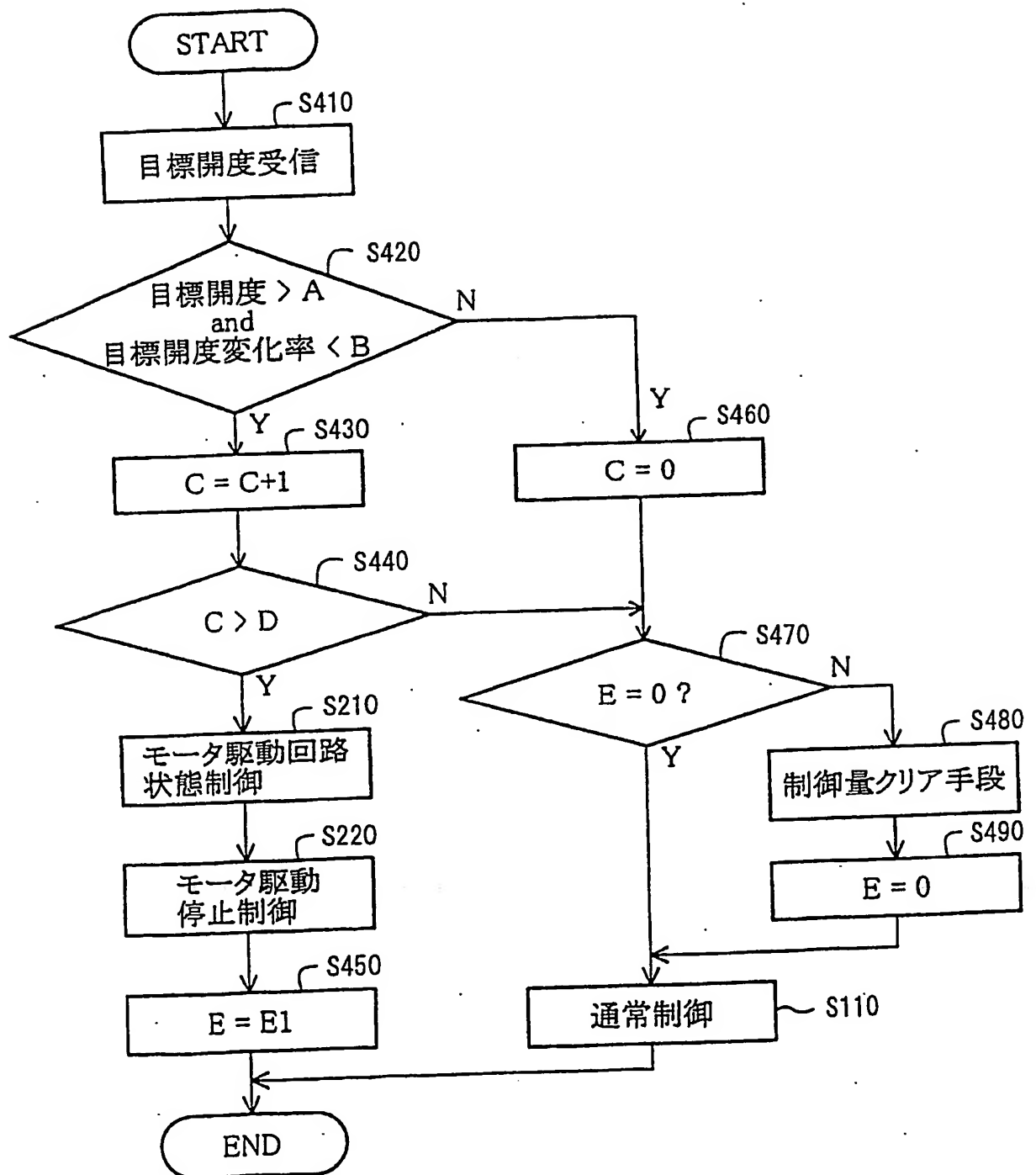
30/41

第 3 9 図



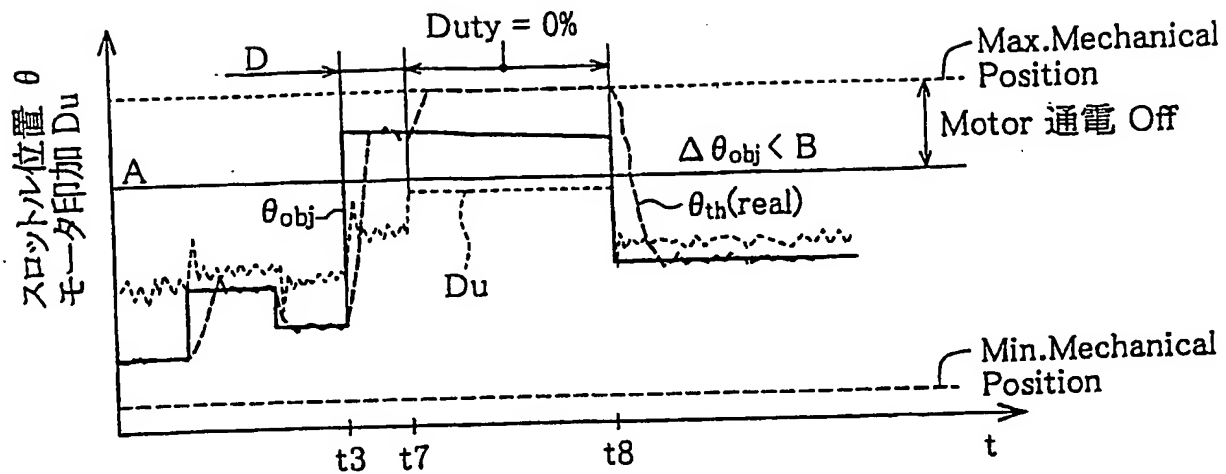
31/41

第40図

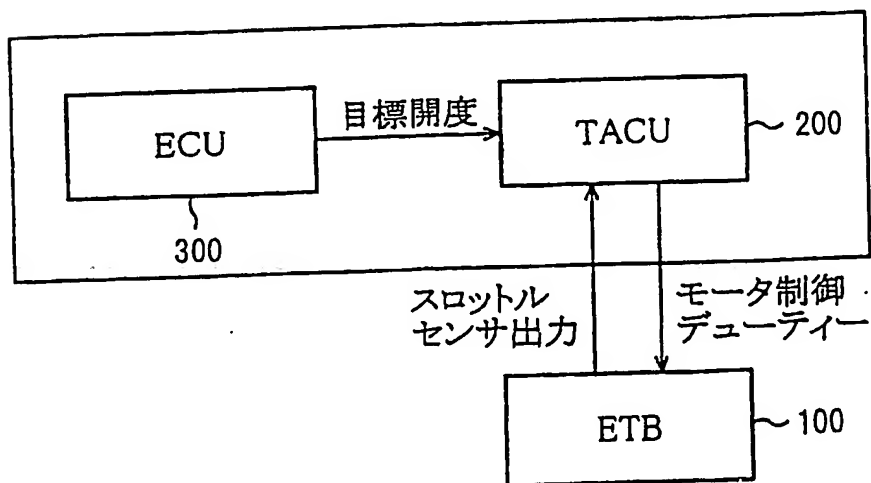


32/41

第 4 1 図

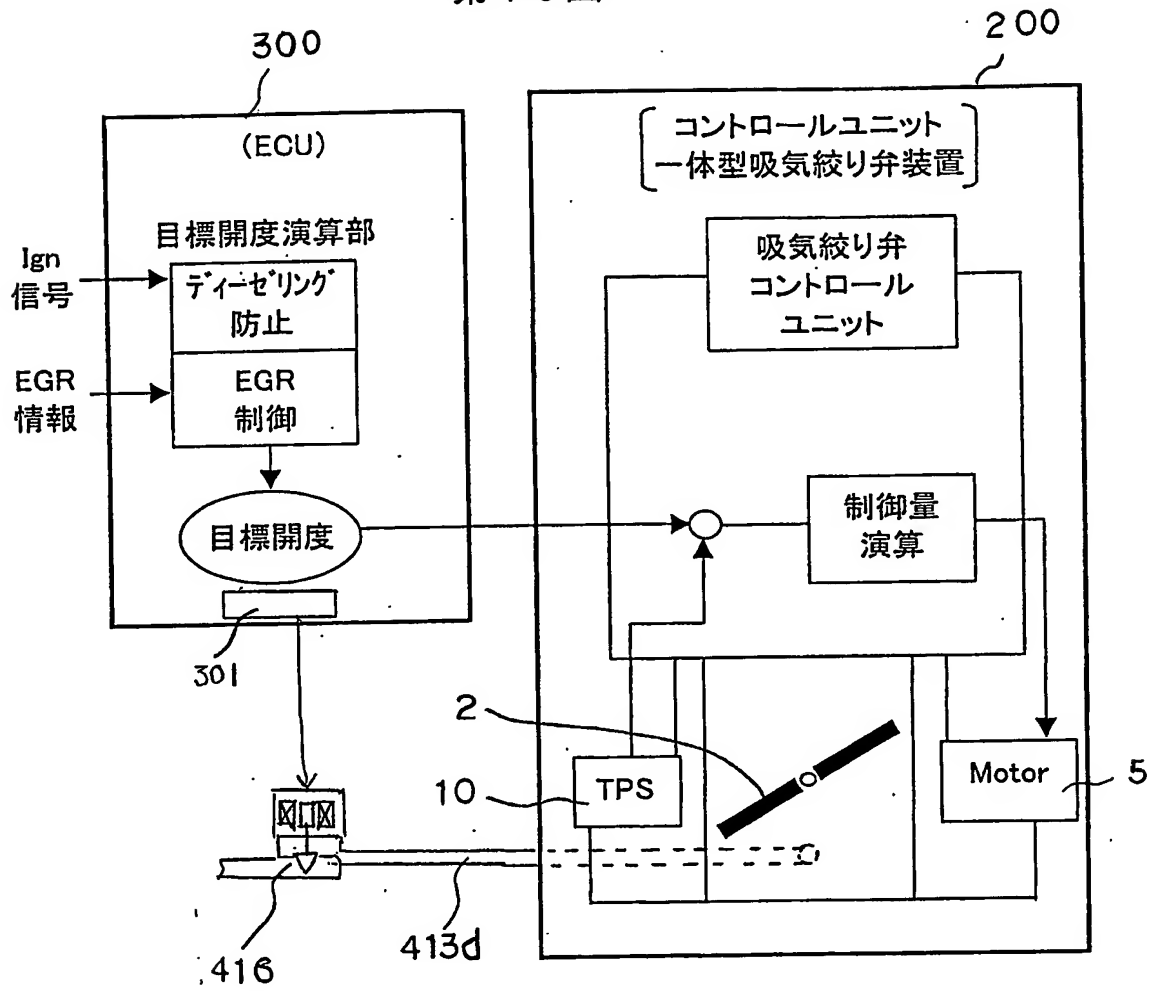


第 4 2 図



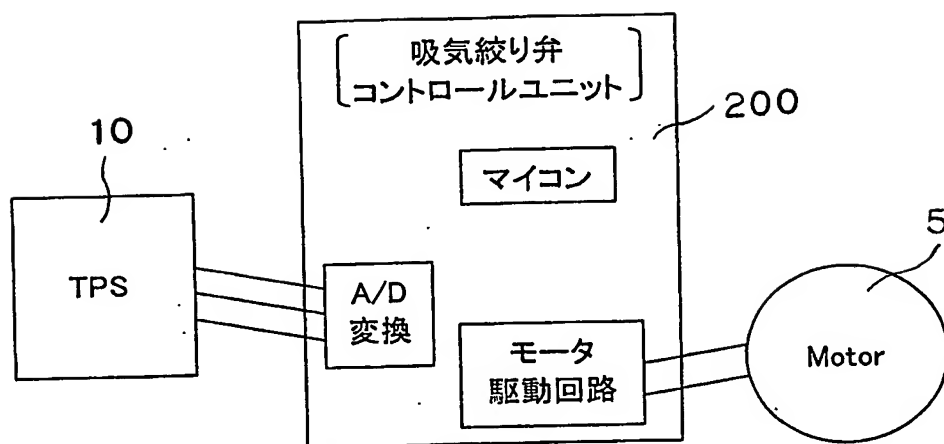
33/41

第 4 3 図



34/41

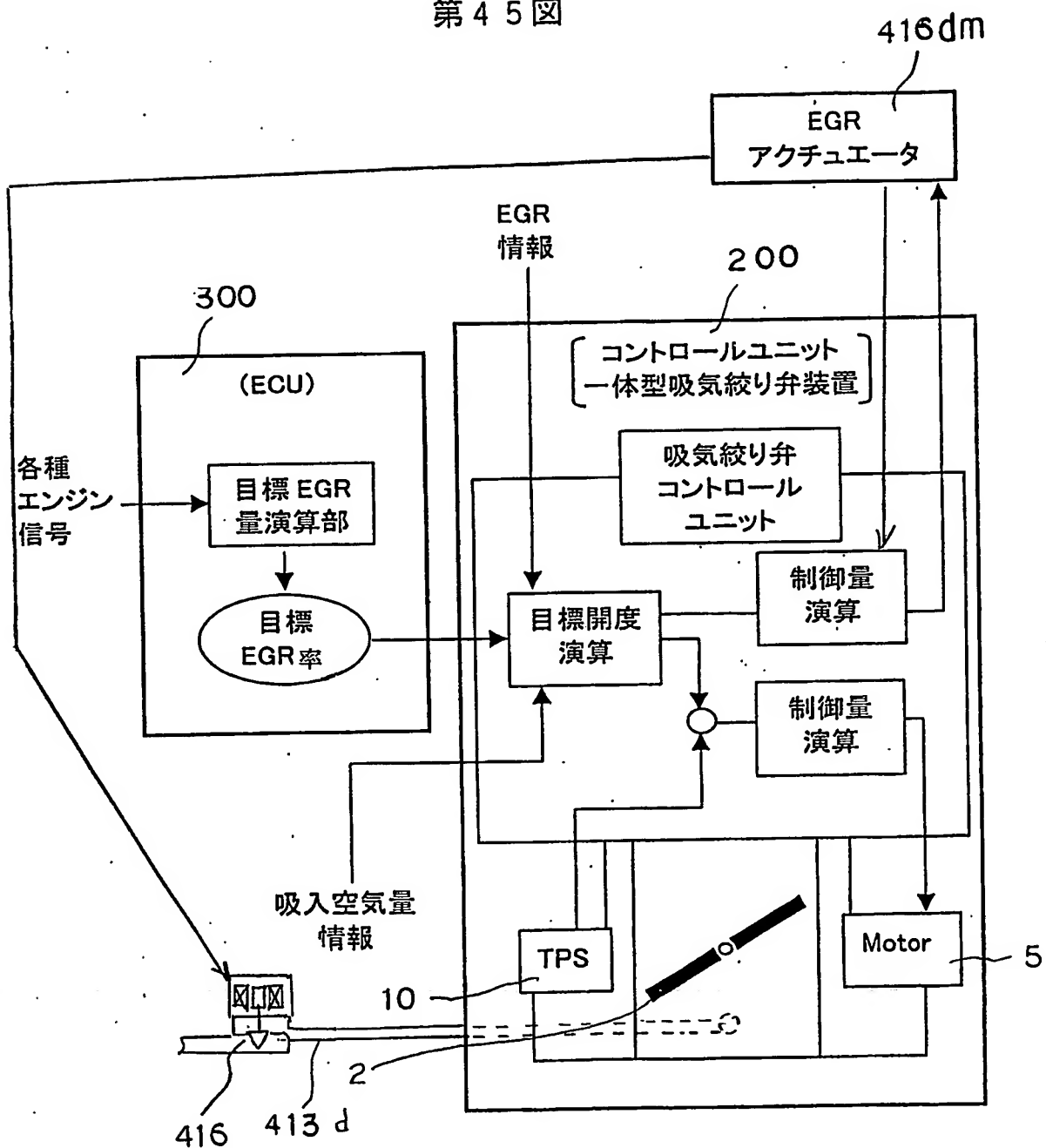
第 4 4 図





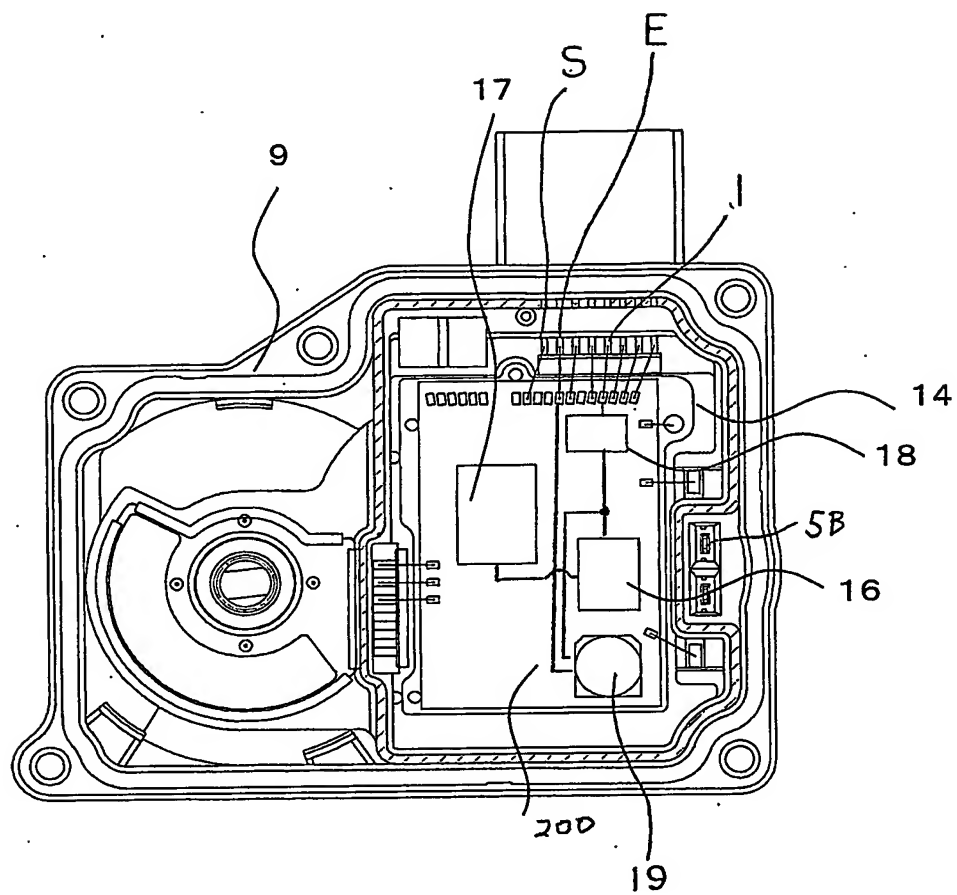
35/41

第 4 5 図

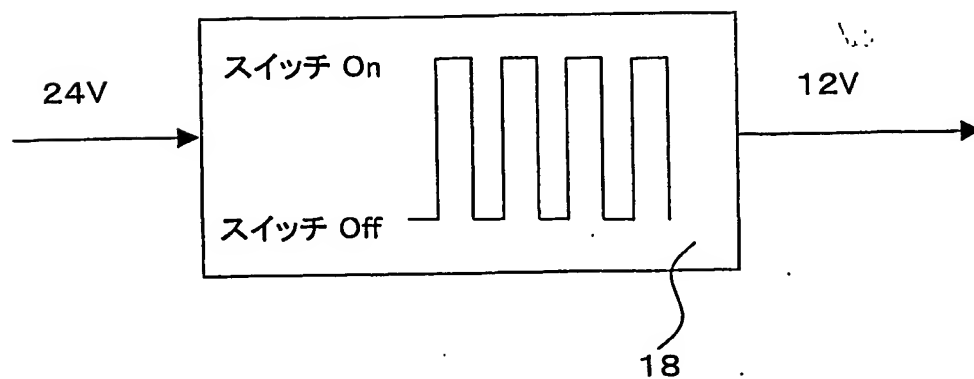


36/41

第46図

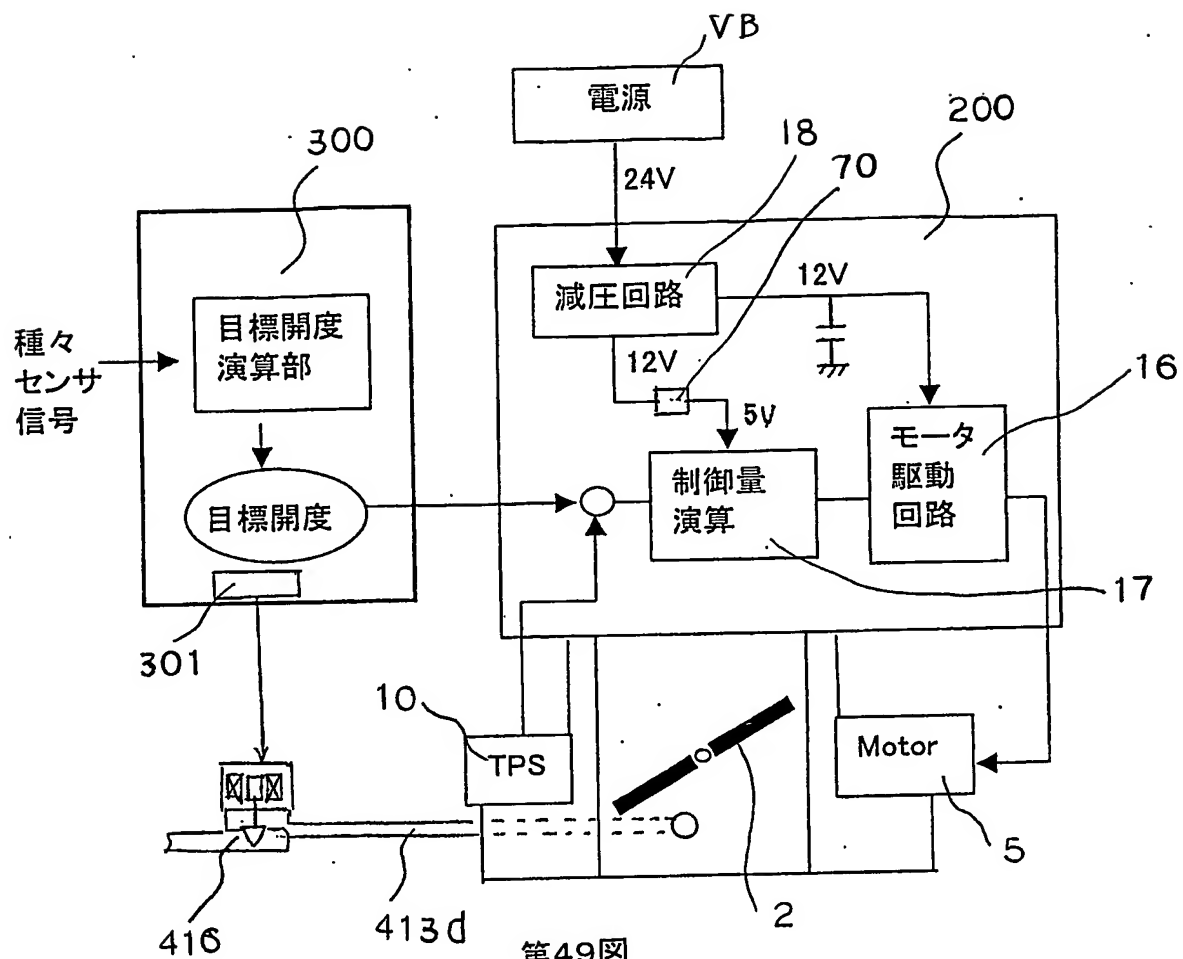


第47図

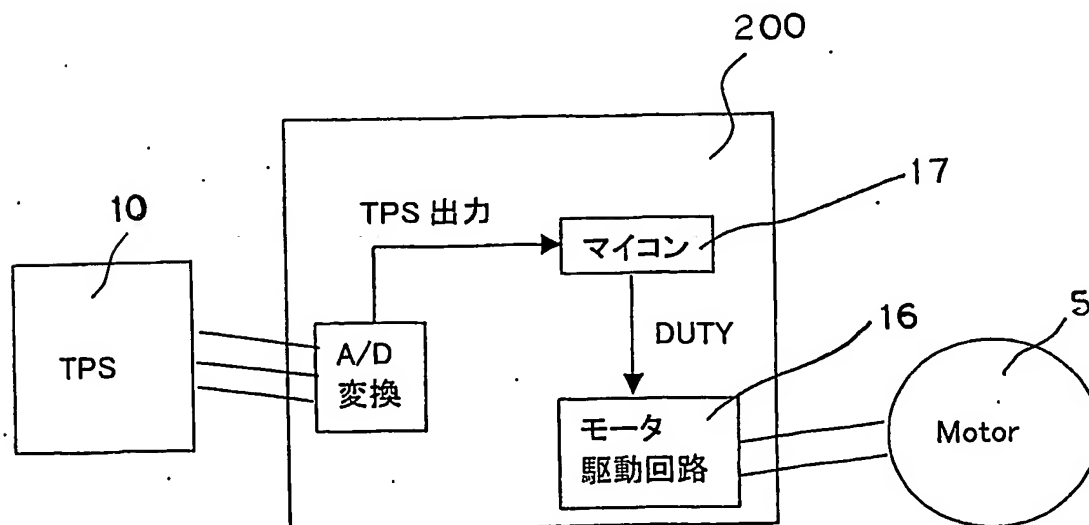


37/41

第48図

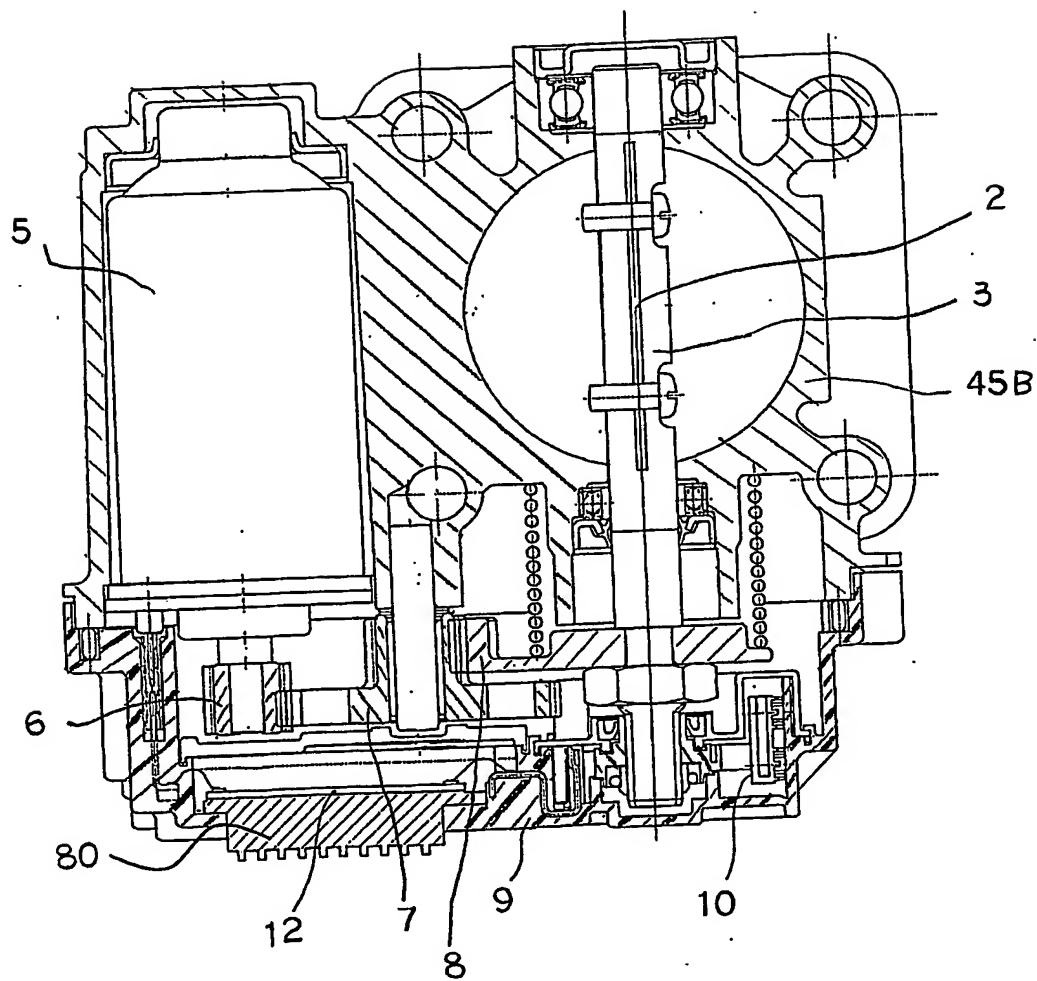


第49図



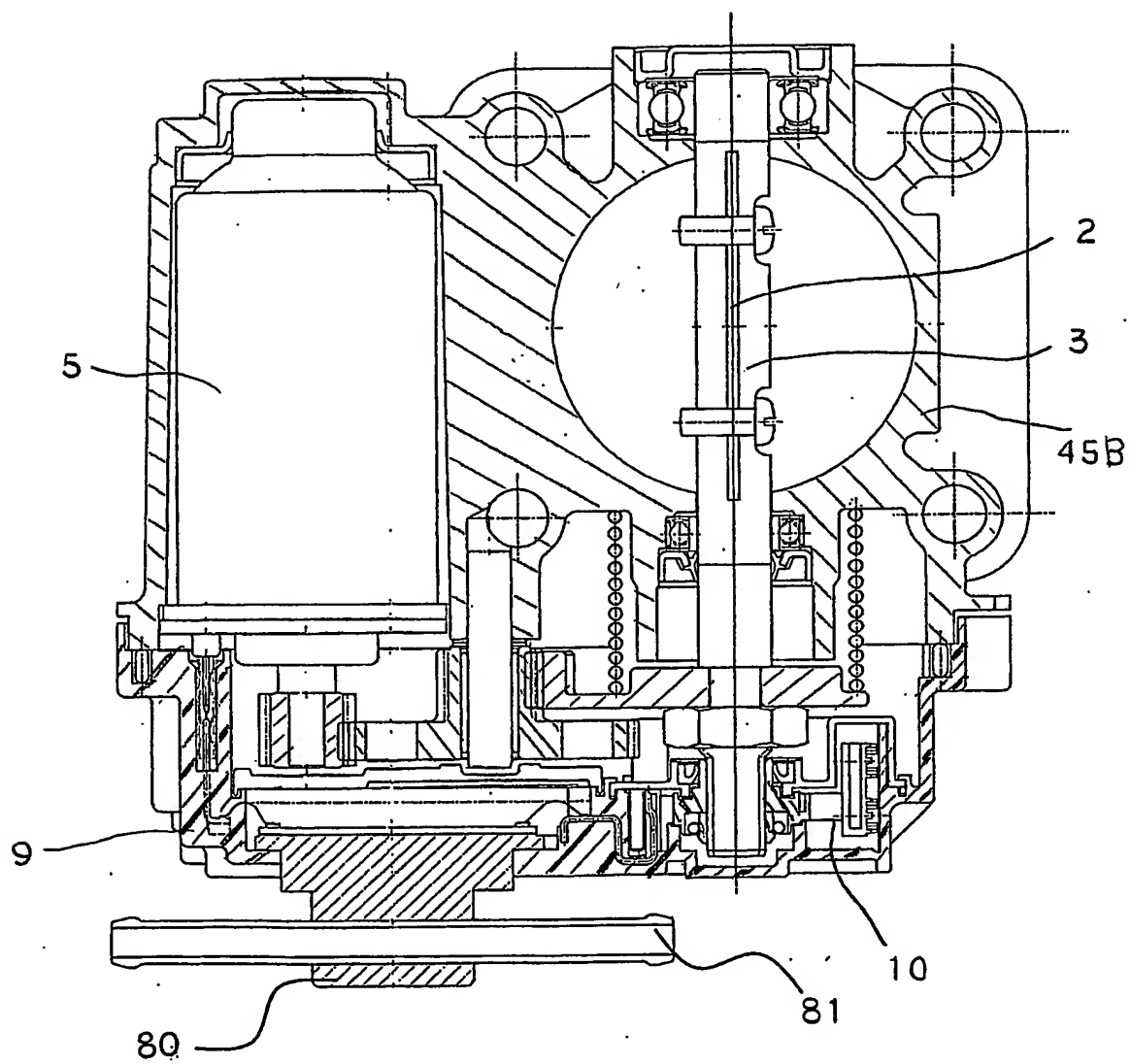
38/41

第50図



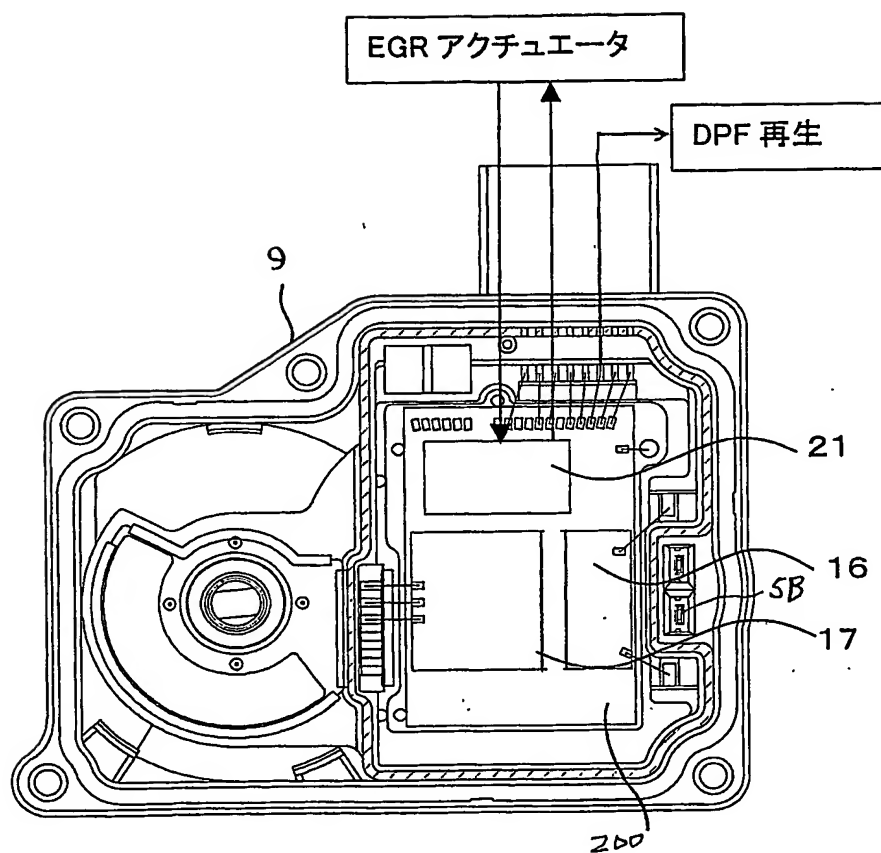
39/41

第 5 1 図



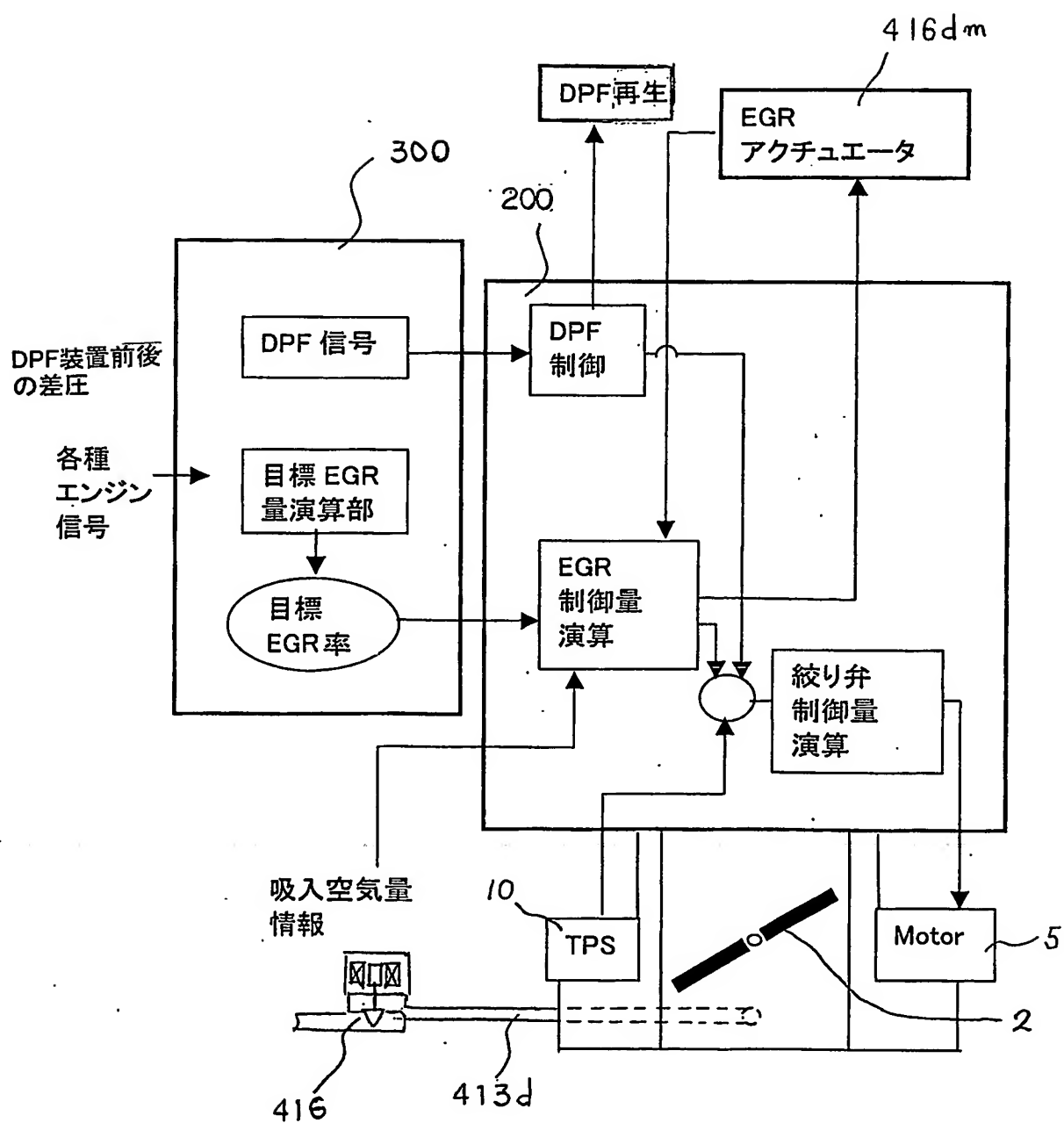
40/41

第52図



41/41

第53図



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/JP03/15271

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl<sup>7</sup> F02M25/07, F02D9/02, F02D9/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>7</sup> F02M25/07, F02D9/02, F02D9/10, F02D21/08, F02D35/00,  
F02D41/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
WPI

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2002-188464 A (Denso Corp.), 05 July, 2002 (05.07.02), Full text; all drawings (Family: none)	1-5
Y	JP 2002-266664 A (Denso Corp.), 18 September, 2002 (18.09.02), Full text; Figs. 1, 3 to 7 (Family: none)	1-5
Y	JP 2002-317658 A (Denso Corp.), 31 October, 2002 (31.10.02), Full text; Figs. 1, 3, 5 (Family: none)	1-5

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
10 March, 2004 (10.03.04)

Date of mailing of the international search report  
23 March, 2004 (23.03.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/15271

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2002-529653 A (STT Entekku AB.), 10 September, 2002 (10.09.02), Full text; Figs. 2 to 4b & WO 00/28203 A & SE 9804240 A & EP 1129281 A	1-5
Y	JP 2002-256902 A (Hitachi, Ltd.), 11 September, 2002 (11.09.02), Full text; Fig. 5 & DE 69627401 D & EP 723072 A1 & US 5868114 A	1-5
A	JP 2000-136760 A (Aisan Industry Co., Ltd.), 16 May, 2000 (16.05.00), Full text; Figs. 1 to 3 (Family: none)	1-5
A	JP 2003-286877 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 10 October, 2003 (10.10.03), Claims 8, 9; Figs. 1 to 7 (Family: none)	2
A	JP 02-276914 A (Hitachi, Ltd.), 13 November, 1990 (13.11.90), Full text; all drawings & DE 4011950 A & US 5107812 A	3

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/15271

## Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

## Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

A common matter pertaining to Claims 1-5, Claim 6, Claims 7-9, and Claims 10-11 is an EGR control device recirculating a part of exhaust gas into the intake passage of a diesel engine. In the EGR control, the EGR control device controls a throttle valve in the intake passage and an EGR valve controlling an EGR flow rate. Since it is disclosed in Document JP 2002-188464 A (NIPPON DENSO CO., LTD.), 05 July, 2002 (05.07.02), the common matter is not a special technical feature in the meaning of the second sentence of PCT Rule 13.2. (continued to extra sheet)

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.  
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/15271

Continuation of Box No. II of continuation of first sheet(1)

The common matter pertaining to Claims 1-5 is that the EGR control device comprises a first body having a throttle valve drive motor and a speed reduction gear mechanism and a second body allowing one end of an exhaust gas recirculation passage with the EGR valve to be led therein and having the EGR valve drive motor and the speed reduction gear mechanism, and these first and second bodies are connected to each other so as to be formed in an assembly.

However, Claim 6, Claims 7-9, and Claims 10-11 do not have the structure described above.

Also, the common matter pertaining to Claims 1-11, Claims 12-15, and Claims 16-19 is a motor-driven throttle valve. Since it is disclosed in the document above, the common matter is not a special technical feature in the meaning of the second sentence of PCT Rule 13.2.

The common matter pertaining to Claims 12-15 is that the EGR control device comprises the first body having the throttle valve, the throttle valve drive motor, and the speed reduction gear mechanism and the second body allowing a part of the exhaust gas recirculation passage with the EGR valve to be led therein and having the EGR valve drive motor and the speed reduction gear mechanism, and the second body is connected, in series, to the downstream side of the first body.

However, Claims 16-19 do not have the structure described above.

Accordingly, because there is no common matter pertaining to all the claims, and there is no common problem pertaining to all the claims, all the claims are not considered to constitute a group of inventions so linked as to form a single inventive concept.

The claims which are considered by the International Searching Authority to fulfill the requirement of unity of invention are as follows.

Claims 1-5

Claim 6

Claims 7-9

Claims 10-11

Claims 12-15

Claims 16-19

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>1</sup> F02M25/07、F02D9/02、F02D9/10

## B. 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>1</sup> F02M25/07、F02D9/02、F02D9/10、F02D21/08、  
F02D35/00、F02D41/04

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年、日本国登録実用新案公報 1994-2004年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)  
 WPI

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2002-188464 A (株式会社デンソー)、 2002.07.05、全文及び全図 (ファミリーなし)	1-5
Y	JP 2002-266664 A (株式会社デンソー)、 2002.09.18、全文及び図1、3-7 (ファミリーなし)	1-5

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

- 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

- 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

10.03.2004

国際調査報告の発送日

23.3.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

杉山 豊博

3T

9038

電話番号 03-3581-1101 内線 3355

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2002-317658 A (株式会社デンソー)、 2002. 10. 31、全文及び図1, 3, 5 (ファミリーなし)	1-5
Y	JP 2002-529653 A (エステーター エンティク アクティボラダ)、2002. 09. 10、 全文及びFig. 2~Fig. 4b &WO 00/28203 A &SE 9804240 A &EP 1129281 A	1-5
Y	JP 2002-256902 A (株式会社日立製作所)、 2002. 09. 11、全文及び図5 (ファミリーなし) &DE 69627401 D &EP 723072 A1 &US 5868114 A	1-5
A	JP 2000-136760 A (愛三工業株式会社)、 2000. 05. 16、全文及び図1~3 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 2003-286877 A (日産自動車株式会社)、 2003. 10. 10、請求項8, 9及び図1~7 (ファミリーなし)	2
A	JP 02-276914 A (株式会社日立製作所)、 1990. 11. 13、全文及び全図。 &DE 4011950 A &US 5107812 A	3

## 第 I 欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第 1 ページの 2 の続き)

法第 8 条第 3 項 (PCT 17 条 (2) (a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。  
つまり、
2. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、従属請求の範囲であって PCT 規則 6.4 (a) の第 2 文及び第 3 文の規定に従って記載されていない。

## 第 II 欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第 1 ページの 3 の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところこの国際調査機関は認めた。

請求の範囲 1-5 と請求の範囲 6 と請求の範囲 7-9 と請求の範囲 10-11 に共通の事項は、ディーゼルエンジンの吸気通路内に排気ガスの一部を還流する EGR 制御装置であって、EGR 制御時に吸気通路のスロットル弁と EGR 流量を制御する EGR 弁を制御するものであるが、これは文献 JP 2002-188464 A (株式会社デンソー)、2002.07.05 に開示されているから、この共通事項は PCT 規則 13.2 の第 2 文の意味において、特別な技術的特徴ではない。

(以下、特別ページに続く)

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。  
☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。

そして、請求の範囲1-5に共通の事項は、スロットル駆動モータ及び減速ギア機構を有する第1ボディと、EGR弁を有する排気ガス還流通路の一端を導入し、EGR弁駆動モータおよび減速ギア機構を有する第2ボディとを備え、第1、第2が一つの集合体となるように結合されたものである。

しかしながら、請求の範囲6、請求の範囲7-9及び請求の範囲10-11は上記の構造を有していない。

また、請求の範囲1-11と、請求の範囲12-15と、請求の範囲16-19に共通の事項は、モータ駆動式スロットル弁であるが、これは上記文献に開示されているから、この共通事項はPCT規則13.2の第2文の意味において、特別な技術的特徴ではない。

そして、請求の範囲12-15に共通の事項は、スロットル弁と、スロットル駆動モータ及び減速ギア機構を有する第1ボディと、EGR弁を有する排気ガス還流通路の一端を導入し、EGR弁駆動モータおよび減速ギア機構を有する第2ボディとを備え、第1ボディの下流に第2ボディが直列に結合されたものである。

しかしながら、請求の範囲16-19は上記の構造を有していない。

以上の通りであるから、請求の範囲全てに共通の事項はなく、また、請求の範囲全てに共通の課題もなく、請求の範囲全て単一の発明概念を形成するように関連している一群の発明であるとは認められない。

国際調査機関が発明の単一性を満たすと考える範囲は、次のとおりである。

請求の範囲1-5

請求の範囲6

請求の範囲7-9

請求の範囲10-11

請求の範囲12-15

請求の範囲16-19

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record.**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**